



**Escola de Camins**

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Camins, Canals i Ports  
UPC BARCELONATECH

# EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS SOCIALES Y URBANÍSTICOS DEL TRANVÍA DE ZARAGOZA

Treball realitzat per:

**Nuria Aguilar Estepa**

Dirigit per:

**Elisabeth Roca Bosch i Miriam Villares Junyent**

Grau en:

**Enginyeria Civil**

Barcelona, **setembre 2017**

Departament d'Enginyeria Civil i Ambiental

**TREBALL FINAL DE GRAU**

# Resumen

**Título:** Evaluación de los impactos sociales y urbanísticos del tranvía de Zaragoza

**Autora:** Aguilar Estepa, Nuria

**Tutoras:** Roca Bosch, Elisabeth y Villares Junyent, Miriam

**Palabras clave:** transporte, tranvía, impacto, social, urbanismo, movilidad y ambiental

En el año 2013 se inaugura completa la línea 1 del tranvía de Zaragoza. Con un trazado norte-sur une dos barrios periféricos con el centro de la ciudad. El objetivo de esta tesina es evaluar los impactos que ha tenido el nuevo tranvía en la ciudad.

La ciudad ya había contado con una red de tranvías entre 1885 y 1976, pero se acabó desmantelando por la creciente popularidad de los transportes rodados. La priorización del autobús y, especialmente, del coche se extendió por toda Europa en los años 60 y 70.

La Zaragoza de antes del nuevo tranvía presentaba problemas. Esta tesina se centra en cuatro aspectos de la problemática: sociedad, urbanismo, movilidad y medio ambiente. Muchos de los problemas son derivados de las políticas a favor del vehículo privado que se implantaron en la década de los 70. En el Plan de movilidad sostenible de 2006 se contemplan estos problemas y se presenta al tren ligero como uno de los medios para solucionar y apaciguar los conflictos.

Con una creciente popularidad, el nuevo transporte colectivo de la ciudad ha ganado usuarios año tras año. Pese a no llegar siempre a su objetivo anual, la línea 1 ha conseguido una gran aceptación de los ciudadanos, especialmente en el barrio sur de Valdespartera.

La evaluación de los impactos sobre Zaragoza se ha dividido en cuatro subimpactos: sociales, urbanísticos, sobre la movilidad y ambientales. Entre las principales consecuencias se encuentra la migración de la población hacia los barrios periféricos, la integración urbana y pacificación de las vías, la reducción del tráfico en la ciudad y la disminución de la contaminación del aire.

Este estudio permite concluir que la línea 1 del tranvía ha cumplido las expectativas con las que se planificó. Los problemas que presentaba la ciudad se han solucionado o están en camino de conseguirlo. Pese a que el tren ligero no es el único responsable, ha sido una de las principales herramientas que han permitido este cambio.

# Abstract

**Title:** Evaluation of the social and urban impacts of the Zaragoza's tramway

**Author:** Aguilar Estepa, Nuria

**Tutors:** Roca Bosch, Elisabeth and Villares Junyent, Miriam

**Keywords:** transport, tramway, impact, social, urban, planning, mobility and environment

The line 1 of the Zaragoza's tramway was inaugurated back in 2013. It has a north-south route that connects two peripheral neighborhoods with the city centre. The study has the aim to evaluate the impacts that the new tramway has had in the city.

The city had a tram network between 1885 and 1976, but it ended dismantled by the growing popularity of the wheeled vehicles. The prioritization of the bus and, especially, of the car was extended across Europe in the 60's and 70's.

Before the light train, Zaragoza had problems. This thesis focuses on four issues' aspects: society, urban planning, mobility and environment. Many of these problems derives from pro private vehicle politics that were implanted back in the 70's. In the sustainable mobility plan of 2006 are considered these issues and the tramway is introduced as a way to solve and mollify the troubles.

With a growing popularity, the new city's collective transport has won travelers year after year. Despite not always reaching its annual goal, the line 1 has achieved a great citizen acceptance, especially in the southern neighborhood of Valdespartera.

The evaluation of the Zaragoza's impacts has been divided in four subimpacts: society, urban planning, mobility and environment. Population migration to peripheral neighborhoods, pacification of roads, transit reduction and air pollution reduction are among the main consequences.

This thesis allows concluding that the tramway's line 1 has achieved the expectations. The issues that the city has been solved or are about to do it. Despite the light train it is not the only responsible, it has been one of the main tool that has allow the change.

# Índice

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS .....</b>	<b>5</b>
1.1.	INTRODUCCIÓN.....	5
1.2.	OBJETIVOS.....	5
1.3.	METODOLOGÍA Y ABASTO .....	6
<b>2.</b>	<b>BREVE HISTORIA DEL TRANVÍA.....</b>	<b>9</b>
2.1.	EL NACIMIENTO Y LA EVOLUCIÓN DEL TRANVÍA .....	9
2.1.1.	<i>El nacimiento y el auge del tranvía .....</i>	<i>9</i>
2.1.2.	<i>La decadencia del tranvía.....</i>	<i>10</i>
2.1.3.	<i>La reaparición del tranvía. El tranvía moderno.....</i>	<i>10</i>
2.2.	EL NACIMIENTO Y LA EVOLUCIÓN DEL TRANVÍA EN ZARAGOZA .....	11
2.2.1.	<i>De 1885 a 1976 .....</i>	<i>11</i>
2.2.2.	<i>De 2000 a 2011 .....</i>	<i>11</i>
2.3.	EJEMPLOS EUROPEOS.....	13
2.3.1.	<i>Burdeos .....</i>	<i>13</i>
2.3.2.	<i>Berlín .....</i>	<i>17</i>
<b>3.</b>	<b>SITUACIÓN EX-ANTE.....</b>	<b>21</b>
3.1.	SOCIEDAD.....	21
3.1.1.	<i>Distritos .....</i>	<i>21</i>
3.1.2.	<i>Demografía .....</i>	<i>24</i>
3.2.	URBANISMO .....	25
3.3.	MOVILIDAD .....	30
3.3.1.	<i>Distribución modal .....</i>	<i>30</i>
3.3.2.	<i>Tráfico rodado.....</i>	<i>32</i>
3.3.3.	<i>Autobús .....</i>	<i>33</i>
3.4.	MEDIO AMBIENTE .....	34
<b>4.</b>	<b>EL PROYECTO DEL TRANVÍA.....</b>	<b>36</b>
4.1.	CARACTERÍSTICAS Y RECORRIDO .....	36
4.2.	USO DEL TRANVÍA .....	39
<b>5.</b>	<b>IMPACTOS SOCIALES.....</b>	<b>44</b>
5.1.	DEMOGRAFÍA.....	44
<b>6.</b>	<b>IMPACTOS URBANÍSTICOS .....</b>	<b>48</b>

<b>6.1.</b>	<b>MODIFICACIÓN DE LAS VÍAS .....</b>	<b>48</b>
6.1.1.	<i>Parque Goya.....</i>	48
6.1.2.	<i>ACTUR-Rey Fernando .....</i>	49
6.1.3.	<i>Puente de Santiago .....</i>	50
6.1.4.	<i>César Augusto/Murallas.....</i>	51
6.1.5.	<i>El Coso .....</i>	52
6.1.6.	<i>Plaza España .....</i>	54
6.1.7.	<i>Paseo de la Independencia.....</i>	54
6.1.8.	<i>Plaza Paraíso .....</i>	56
6.1.9.	<i>Paseos de la Gran Vía y Fernando el Católico .....</i>	58
6.1.10.	<i>Plaza San Francisco .....</i>	59
6.1.11.	<i>Romareda.....</i>	61
6.1.12.	<i>Casablanca .....</i>	62
6.1.13.	<i>Valdespartera.....</i>	62
<b>6.2.</b>	<b>INTEGRACIÓN URBANÍSTICA.....</b>	<b>64</b>
6.2.1.	<i>Pavimentación.....</i>	64
6.2.2.	<i>Marquesinas.....</i>	65
6.2.3.	<i>Mobiliario .....</i>	65
<b>6.3.</b>	<b>CARRIL BICI .....</b>	<b>66</b>
<b>7.</b>	<b>IMPACTOS SOBRE LA MOVILIDAD .....</b>	<b>69</b>
7.1.	<b>AFECCIÓN AL TRÁFICO.....</b>	<b>69</b>
7.1.1.	<i>Capacidad.....</i>	69
7.1.2.	<i>Intensidad Media Diaria (IMD).....</i>	71
7.1.3.	<i>Ratio intensidad/capacidad .....</i>	75
7.2.	<b>AFECCIÓN AL BUS URBANO .....</b>	<b>77</b>
7.2.1.	<i>Kilómetros recorridos .....</i>	77
7.2.2.	<i>Usuarios.....</i>	78
7.2.3.	<i>Índice de Pasajeros por Kilómetro (IPK).....</i>	80
7.2.4.	<i>Comparativa autobús – tranvía.....</i>	80
7.3.	<b>BICICLETA .....</b>	<b>80</b>
<b>8.</b>	<b>IMPACTOS AMBIENTALES.....</b>	<b>83</b>
8.1.	<b>CALIDAD DEL AIRE .....</b>	<b>83</b>
8.2.	<b>COMPARATIVA ENERGÉTICA AUTOBÚS – TRANVÍA .....</b>	<b>84</b>
<b>9.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>87</b>
<b>REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA .....</b>		<b>91</b>
REFERENCIAS.....		91

OTRA BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA .....	92
PÁGINAS WEB.....	93
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>94</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>97</b>

## **1. Introducción y objetivos**

2. Breve historia del tranvía
3. Situación ex-ante
4. El proyecto del tranvía
5. Impactos sociales
6. Impactos urbanísticos
7. Impactos sobre la movilidad
8. Impactos ambientales
9. Conclusiones

# 1. Introducción y objetivos

## 1.1. Introducción

Zaragoza es la quinta ciudad más poblada de España con unos 700.000 habitantes y la mayor de ellas con 938 km<sup>2</sup>. Esto se traduce en una densidad de población muy inferior al resto de capitales siendo de 726 habitantes/km<sup>2</sup> [1].

Estas características convierten a Zaragoza en una ciudad con una alta dispersión urbana y crea la necesidad de un transporte colectivo de gran capacidad para abastecerla. Se precisa un modo de desplazamiento funcional que permita unir los barrios periféricos con el núcleo urbano reduciendo las distancias físicas y sociales.

Durante la década de los 60 y los 70 las políticas de movilidad priorizaron el vehículo rodado relevando al peatón a un segundo plano. El coche se proclamó el rey de las calles y el autobús se convirtió en el medio de transporte público prioritario de la ciudad colapsando las vías. Desde las administraciones se proclama la necesidad de devolver a las personas las calles y corregir las anteriores políticas.

El aumento de los transportes rodados lleva implícitos el elevado consumo de energía de origen fósil y las emisiones de gases contaminantes. Esto se refleja en la contaminación ambiental de Zaragoza reduciendo la calidad del aire.

En 2006 se presenta el Plan de Movilidad Sostenible de la ciudad. Entre otras medidas se señala al tranvía como herramienta para solucionar y mitigar estos problemas. Permitiría unir la ciudad de extremo a extremo con un transporte más eficiente que el autobús. Al requerir espacio en las calles se reduciría el destinado a los vehículos, bajando su presencia en la ciudad. Esta reducción sumada a la baja emisión de partículas contaminantes del tranvía ayudaría a reducir los niveles de contaminación de la ciudad.

## 1.2. Objetivos

El principal objetivo de este trabajo es estudiar el impacto que ha tenido la llegada de la línea 1 en la ciudad y analizar si realmente el tranvía ha intervenido como la herramienta pacificadora que se esperaba, actuando en los puntos conflictivos que tenía la ciudad antes de su llegada.

Entre los objetivos específicos de este trabajo es destacan los siguientes:

- Conocer la historia del tranvía en el mundo y en Zaragoza, enfatizando en su origen, decadencia y resurgimiento.



- Entender el contexto bajo el que se proyectó la línea 1 del tranvía de Zaragoza.
- Analizar la situación de la ciudad antes de la llegada del tranvía en aspectos sociales, urbanísticos, de movilidad y ambientales.
- Conocer las características y el uso de la línea 1 del tranvía de Zaragoza.
- Estudiar los impactos que ha tenido la línea 1 del tranvía de Zaragoza sobre los aspectos sociales, urbanísticos, de movilidad y ambientales.
- Comprobar si estos impactos ayudan a solucionar los problemas presentes antes de la llegada del tranvía.

### 1.3. Metodología y abasto

El trabajo parte del estudio de la historia del tranvía analizando su nacimiento, decadencia y reaparición a lo largo del globo, para después centrarse en el caso de Zaragoza y las motivaciones que hicieron regresar al tranvía a la ciudad. Se añaden los casos de dos ciudades europeas y la evolución del tranvía en ellas para ejemplificar los procesos.

A continuación se analiza el estado de la ciudad de Zaragoza antes de la llegada del tranvía. Para ello se cuenta con el Plan de Movilidad de Zaragoza del año 2006, donde se señalan los principales conflictos presentes en la ciudad. En este estudio se separan las problemáticas según los aspectos en los que interfieren: sociales, urbanísticas, sobre la movilidad y ambientales.

El siguiente paso es conocer en profundidad la línea 1 del tranvía. Tanto las características como su uso. Para la recopilación de información de este apartado se viajó hasta Zaragoza para poder conocer de primera mano el transporte y como se integra en la ciudad.

Mientras que la primera parte del estudio corresponde a un estudio descriptivo, a partir del análisis del uso del tranvía (este apartado incluido) los siguientes capítulos responden a la parte analítica del trabajo. Es en estos capítulos donde se realiza el estudio de los impactos asociados a la línea 1.

Estos impactos siguen el esquema de del capítulo que estudia la situación ex-ante y se dividen en las mismas categorías para facilitar el análisis posterior. Estos impactos son:

- Impactos sociales, donde se analiza los cambios en la distribución social en los distritos de Zaragoza, estudiando en profundidad aquellos por los que pasa el trazado del tranvía.
- Impactos urbanísticos, donde se valora como ha cambiado la ciudad físicamente, desde secciones de vías hasta mobiliario urbano a lo largo del trazado del tranvía.

- Impactos sobre la movilidad, donde se analiza la variación de los principales medios de transporte de la ciudad.
- Impactos ambientales, donde se estudia cómo ha cambiado la calidad ambiental en la ciudad.

En las conclusiones se comparan los problemas existentes con las repercusiones que ha tenido el tranvía en la ciudad, para poder hacer un análisis de la efectividad de la línea 1 para resolver conflictos.

El estudio de los impactos se limita a una franja alrededor del trazado del tranvía, ya que no se puede pretender que un eje norte-sur afecte en todos los aspectos a toda la ciudad.

Pese a que se podrían haber analizado más impactos, como el económico, la falta de datos de antes del tranvía o de información posterior han hecho imposible esta tarea, limitándolos a los que se presentan en este trabajo.

Del mismo modo, se podría haber realizado un estudio de previsión de impactos de la línea 2 del tranvía, que aun se encuentra en fase de proyecto. Sin embargo, al iniciarse este análisis se consideró demasiado extenso y complejo para resumirlo en un capítulo.

1. Introducción y objetivos
- 2. Breve historia del tranvía**
3. Situación ex-ante
4. El proyecto del tranvía
5. Impactos sociales
6. Impactos urbanísticos
7. Impactos sobre la movilidad
8. Impactos ambientales
9. Conclusiones

## 2. Breve historia del tranvía

Para entender cómo ha afectado el tranvía a Zaragoza, primero es necesario conocer el método de transporte y su historia.

En este capítulo se hace un repaso a la evolución que ha sufrido el tranvía en el mundo en general, y en concreto en Zaragoza. En el apartado se dan dos ejemplos de ciudades europeas con pasado, presente y futuro relacionado con el tranvía para sintetizar la información.

### 2.1. El nacimiento y la evolución del tranvía

Este primer apartado cuenta de forma breve, cómo, dónde y por qué apareció el primer tranvía; los motivos que hicieron que se convirtiera en un modo de transporte popular y por qué dejó de serlo y la justificación de que reapareciera como tren ligero.

#### *2.1.1. El nacimiento y el auge del tranvía*

En 1807 se inauguró una línea ferroviaria entre Swansea y Oystermouth en Reino Unido tirado por animales. El objetivo principal era transportar mercancías, pero poco tiempo después de su apertura hubo interesados en comercializar también el transporte de pasajeros. Debido a la cercanía entre las dos localidades (la línea tenía una extensión de 10 km) y a que el material usado era ligero se ha clasificado como tranvía y no tren, convirtiéndolo en el primer tranvía de la historia.

La primera línea urbana y de uso exclusivo de pasajeros se puso en funcionamiento veinticinco años después, en 1832, en el barrio de Harlem de Nueva York en Estados Unidos. También con tracción animal. Poco después se abrió el tranvía de Nueva Orleans, seguido de ciudades como Ciudad de México, La Habana, Buenos Aires o Río de Janeiro. En Europa, el primer tranvía urbano se abrió en París en 1853, y continuó extendiéndose por el resto del continente.

El primer tranvía de tracción animal en España aparece en Madrid en 1871, seguido de ciudades como Barcelona, Bilbao, Valencia o Zaragoza. Fue también en Madrid la primera línea a vapor (Madrid-Leganés) tan solo ocho años después. A inicios del siglo XX la mayoría de las líneas de las grandes ciudades pasaron a estar electrificadas.

De esta forma, el tranvía se extendió por todo el mundo durante los últimos años del siglo XIX y los primeros del siglo XX. Los principales motivos que causaron su popularidad fueron la baja energía que se necesitaba para transportar grandes números de personas debido a la reducción del coeficiente de fricción, haciéndolo más barato que las otras alternativas como

los carruajes; el aumento del confort y la seguridad de los pasajeros; la posibilidad de expandir la ciudad, conectándola con los entornos suburbanos.

### *2.1.2. La decadencia del tranvía*

En la primera mitad del siglo XX la popularidad del tranvía disminuyó y fue sustituida por otros medios de transporte como el autobús o el vehículo privado en la mayoría de ciudades. Los principales motivos de su desaparición fueron el encarecimiento de la mano de obra y de los materiales para la construcción de los tranvías. Si además se suma que la fabricación de coches y autobuses se había abaratado gracias a la producción en cadena se explica porqué se apostó por la construcción de infraestructura viaria y se dejó de lado el mundo ferroviario, especialmente el tranvía en las ciudades.

Aún así, debe distinguirse entre dos grandes grupos de ciudades respecto a la postura que tomaron hacia el tranvía cuando empezó a ser sustituido por otros medios. El primero son las ciudades donde se retiró el tranvía y se sustituyó totalmente por otros transportes. El segundo grupo corresponde a las ciudades donde el tranvía siguió activo, aunque su época dorada había pasado. Se mantuvieron las líneas existentes y se compaginaron con otros vehículos.

### *2.1.3. La reaparición del tranvía. El tranvía moderno*

A finales de los años 80 el tranvía recupera protagonismo como medio de transporte. Se atribuye a Nantes el nacimiento del tranvía moderno dotado de las nuevas características, como mayor capacidad, velocidad o fácil acceso. En la ciudad francesa se consiguió descongestionar el centro, permitiendo el desarrollo de nuevas actividades culturales y comerciales. Desde entonces se puede ver un fenómeno de expansión por el resto del globo.

Mayoritariamente conocido el tranvía moderno como tren ligero o light rail, el organismo Transportation Research Board lo define como *“sistema eléctrico de raíles caracterizado por su habilidad de operar como coches independientes o agrupados a nivel del suelo, en puentes y túneles”* [2] y añade *“debido a su flexibilidad en el diseño, el light rail train (LRT) tiene menores costes de construcción y operación que otros medios de transporte fijados-guiados”* [3].

Destaca en la definición el carácter flexible del medio de transporte y el número de posibilidades que ofrece pese a ser guiado por raíl. Puntualiza también en el coste reducido y la gran capacidad de pasajeros. Son estas las nuevas características que lo hacen destacar como transporte de masas urbano.

## 2.2. El nacimiento y la evolución del tranvía en Zaragoza

Vista la evolución general del tranvía, es necesario hacer un análisis más detallado de que fue lo que pasó en Zaragoza.

En este capítulo se estudia su nacimiento, evolución, declive y la decisión de devolverlo a la ciudad.

### *2.2.1. De 1885 a 1976*

La aparición del primer tranvía en la ciudad de Zaragoza fue en 1885 después de la adjudicación de la concesión “Tranvía del interior y afueras de Zaragoza” a una sociedad aragonesa respondiendo a la necesidad de un nuevo medio de transporte para masas.

En la época de mayor éxito la red contaba con seis ramales, dieciséis líneas de tranvía y una flota de doscientos tranvías siendo el principal método de desplazamiento de la ciudad.

En los años 60 empezó el declive a nivel nacional de este transporte. El aumento de los vehículos privados y la implantación de autobuses hicieron que la circulación del tranvía por la calzada supusiese un estorbo para el tráfico rodado. Esto sumado al envejecimiento de la flota llevó a la priorización de los automóviles y a la desaparición del tranvía, siendo la última ciudad española en retirarlo en 1976.



*Figura 1. Tranvías en Zaragoza tirados por tracción animal. Fuente: Tranvías de Zaragoza*

### *2.2.2. De 2000 a 2011*

El regreso del tranvía a Zaragoza sucedió gracias a dos importantes factores: la firma de la carta de Aalborg y la elaboración del Plan de Movilidad Sostenible del Ayuntamiento de la ciudad en 2006.

En marzo de 2000 Zaragoza firmó la Carta de Aalborg. Esto supuso la entrada en el Programa 21, es decir, un compromiso con el desarrollo sostenible, a medio y largo plazo, realizando acciones que satisfagan las necesidades actuales sin poner en peligro las generaciones futuras, mejorando la calidad de vida de los ciudadanos.

*“Para que una ciudad sea sostenible es indispensable reducir la movilidad forzada y dejar de fomentar el uso innecesario de los vehículos motorizados. Daremos preferencia a los medios de transporte respetuosos con el medio ambiente (en particular los desplazamientos a pie, en bicicleta o en transporte público)” [4].*

Se señalaron los automóviles como uno de los principales causantes de la reducción en la calidad de vida. Desde que se eliminó el tranvía, dando prioridad a los medios rodados, se aumentó el número de carriles en las calles, las zonas de aparcamiento y se fueron estrechando las aceras. Así aumentó un 41% el número de vehículos privados circulando por Zaragoza según las encuestas de 1993 y 2000 [5].

Respecto a los datos de contaminación de la ciudad en 2006, las emisiones de CO<sub>2</sub> alcanzaban las 881.291 toneladas. Los niveles de calidad de aire en 2006 eran de 30 y 56  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de NO<sub>2</sub> y PM<sub>10</sub> respectivamente [6].

En septiembre de 2006 se elaboró el Plan Intermodal de Transportes: Plan de Movilidad Sostenible de Zaragoza.

*“El plan tiene por finalidad encontrar repuesta a los principales problemas de movilidad que se presentan en Zaragoza y su entorno, una área que, después de resistirse largo tiempo, camina hacia la congestión por el crecimiento de la motorización y el uso de los vehículos con mayor emisión de contaminantes cada día. El Plan tiende a mantener y, en lo posible, incrementar la participación del transporte colectivo y del individual no contaminante en la satisfacción de la movilidad, tendencia básica para orientar la ciudad y su área de influencia hacia escenarios de sostenibilidad.”[7]*

Entre los objetivos que se fijaron en dicho Plan destacan:

- Restricción del tráfico rodado en el centro de la ciudad
- Refuerzo de los carriles bici en el centro de la ciudad
- Transporte de alta capacidad: red ferroviaria de cercanías y tranvía-metro ligero

El objetivo general era fomentar y mejorar la sostenibilidad del transporte en la ciudad mediante la reducción del uso del vehículo privado y de esta forma contribuir a mejorar la

calidad de vida de los ciudadanos, pero sin dejarlo de lado. Como objetivo básico y primordial el Ayuntamiento de Zaragoza se marcó reducir un 30% las emisiones de *CO2* a la atmósfera por habitante en el periodo 2005-2015 [8].

Todo señalaba al tranvía como el mejor medio para conseguir estos objetivos. Se buscaba reducir el transporte rodado de la ciudad y la contaminación y por ello se apostó por el tren ligero siguiendo el modelo de otras ciudades.

Con la política de movilidad sostenible no se pretende apartar totalmente el coche del centro de la ciudad sino fomentar un uso más sostenible y racional del mismo, es decir, utilizar otros medios de transporte más sostenibles para reducir la congestión, el ruido y las emisiones sobretodo en el centro de la ciudad.

## 2.3. Ejemplos europeos

Como se ha comentado en el apartado anterior, cuando el declive del tranvía llegó, se pueden dividir las ciudades en dos grupos en función de las políticas que tomaron respecto al tranvía.

El primer grupo eliminaron el tranvía y todas las infraestructuras relacionadas con él para dejar que medios de transporte tomaran la ciudad. El segundo grupo redujo el tamaño de sus redes, pero aún así encontró una forma de que el tranvía conviviera con los nuevos transportes en la ciudad.

A continuación se presentan dos ejemplos de ciudades europeas, uno perteneciente a cada grupo. Burdeos como ejemplo de reintegración del tranvía y Berlín como ejemplo de mantenimiento y reexpansión.

### *2.3.1. Burdeos*

En la mayoría de las ciudades donde el tranvía desapareció en la actualidad se está apostando de nuevo por la implantación de una red de trenes ligeros. Estos cuentan con las ventajas que ofrecen los nuevos tranvías, adaptándose mejor a la ciudad y a sus habitantes.

La ciudad de Burdeos es un claro ejemplo de este procedimiento. Situada al sudoeste de Francia, en la orilla del Garona, contó con una red de tranvías (1880-1957) y trolebuses (1940-1954) que desaparecieron en la década de los 50.

Siguiendo el esquema de ciudades europeas donde el tranvía se suprimió, en 1995 se empezó a construir una nueva red. Los primeros trenes ligeros de la ciudad se inauguraron a finales de 2003. La nueva red de tranvías cuenta con 3 líneas (más una en construcción) con un total de 66 km. Fue la primera red en contar con un sistema de alimentación por suelo, reduciendo el



impacto en su paso por el centro de la ciudad. En la tabla 1 puede verse un resumen de las características principales de la red de tranvías de Burdeos.

<b>Nº de líneas</b>	<b>3 líneas (+ 1 en construcción)</b>
<b>Longitud</b>	66 km (77 km con la línea en construcción)
<b>Nº de paradas</b>	116
<b>Nº de tranvías</b>	105 tranvías (+15 en pedido)
<b>Longitud ud</b>	33 m y 44 m
<b>Capacidad</b>	300 personas
<b>Alimentación</b>	Catenaria, excepto en la parte que pasa por el centro de la ciudad (10 km)
<b>Velocidad comercial</b>	18,2 km/h
<b>Velocidad máxima</b>	60 km/h
<b>Frecuencia de paso (en hora punta)</b>	3 min
<b>Inauguración Línea completa</b>	21 de diciembre de 2003

Tabla 1. Características y datos de la red de tranvías de Burdeos. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Tranvías de Burdeos.

La recuperación del tranvía en Burdeos ha tenido una gran aceptación aumentando el número de pasajeros año tras año. En la tabla 2 puede verse la evolución del uso del mismo.

El número de usuarios ha aumentado un 35% en tan solo siete años y se prevé que siga creciendo en los próximos.

<b>Año</b>	<b>Nº de pasajeros</b>
<b>2009</b>	59,4 M
<b>2011</b>	66,5 M
<b>2016</b>	80,0 M

Tabla 2. Número de usuarios por año de la red de tranvías de Burdeos. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Tranvías de Burdeos

El principal objetivo que tenía la construcción de esta red de tranvía era reducir la presencia del coche en la ciudad, utilizándolo como medio para cambiar la movilidad urbana. En el año 1990 el vehículo privado representaba el 85% de los desplazamientos en Burdeos, dejando tan solo un 13% al transporte público y un 2% a las bicicletas. Veinte años después, gracias a la implantación del tren ligero, los desplazamientos en coche se han conseguido reducir al 80%, aumentando al 16% los recorridos en transporte público y al 4% en bici. Así, la ciudad se ha puesto un objetivo a batir en 2030 y es bajar hasta el 60% la presencia del automóvil y creciendo las cuotas de transporte público y bicicleta al 25% y al 15% respectivamente [9].

Burdeos defiende que el tranvía es una herramienta para hacer un proyecto urbano. Este interactúa con la ciudad de cuatro formas:

- Multimodalidad: reordenación de los espacios de la vía, la ampliación del espacio público para peatones y ciclistas.

- Urbanismo: modificación del frente urbano, arquitectura y diseño urbano.
- Espacios verdes: creación de un proyecto paisajístico global.
- Cohesión territorial: estructuración de tejidos dispersos en la periferia.

Puede verse como el proyecto resuelve estas cuestiones con diversos ejemplos en la ciudad.



Figura 2. Mapa de la red de tranvías de Burdeos. Fuente: Tranvías de Burdeos

La zona portuaria de Burdeos había entrado en declive al perder actividad los muelles. Se trataba de una zona que no se había remodelado urbanamente. El paso del tranvía por esta área permitió cambiarla. La construcción de la infraestructura por el río tuvo más un sentido de reurbanización del muelle que de acceso a los pasajeros. Se le quitó el protagonismo al vehículo privado para dar paso a un paseo, devolviendo este espacio a los ciudadanos.



Figura 3. Rivera del río en Burdeos, antes y después del tranvía. Fuente: Lhomet, E., 2017

Otro ejemplo es el centro de la ciudad, un lugar con abundantes edificios históricos protegidos. Para no interferir con el paisaje urbanístico actual se optó por utilizar un sistema de alimentación por suelo, eliminando la catenaria. Esto permite un impacto mínimo mientras el tranvía no circula, no entorpeciendo la imagen de la ciudad y fundiéndose con el entorno.

En el resto del trayecto, el tranvía marca mucho más su presencia creando un lenguaje a lo largo de su infraestructura. El trazado del tren ligero permite cambiar la configuración territorial y unificar territorios.

Otro aspecto que favorece el tranvía es el pequeño comercio. En 2008 se contaba con 5034 establecimientos en el corredor del centro de la ciudad del tren ligero. Respecto 1999 supone un aumento del 10% del número de locales. En una encuesta realizada, más del 40% de los comerciantes afirman que el tranvía ha tenido un efecto positivo en su comercio. Esto se debe al efecto escaparate.

Por último es importante destacar el papel que ha jugado como integrador social. El nuevo medio de transporte ha unido y ha acercado la ciudad a los barrios colindantes. Zonas antes incomunicadas tienen ahora un método rápido y eficaz de trasladarse al centro, permitiendo su expansión y crecimiento.

Por todos estos puntos el tranvía de la ciudad de Burdeos es un ejemplo de transporte sostenible, que ha permitido cambiar la ciudad para el beneficio de sus ciudadanos a un bajo coste e impacto.



*Figura 4. Tranvía de Burdeos en su paso por el centro de la ciudad. Fuente: Tranvías de Burdeos*

### 2.3.2. Berlín

En las ciudades donde se continuó utilizando el tranvía se tiende a modernizarlo y adaptarlo a las nuevas necesidades de las ciudades. Pese a que sufrieron años en que el uso del tranvía decayó, este ha vuelto a tomar un importante papel en el transporte público de la ciudad.

Berlín es una de estas ciudades con una larga historia sobre el tranvía. En 1865 se inaugura la primera línea de la ciudad, siguiendo el movimiento europeo de la época. Pocos años más tarde, en 1881, se electrificó siendo la segunda línea del mundo.

En los años 30, pese a contar con más de 90 líneas empezó el declive del tranvía en la ciudad alemana. En 1938 ya se habían perdido 20 líneas hasta que finalmente la red colapsó debido a la segunda guerra mundial.

Con la división de la ciudad por el muro, se dividió también el transporte público. En 1949 la parte oeste de la ciudad contaba con 36 líneas mientras que la parte este tenía tan solo 13 líneas.

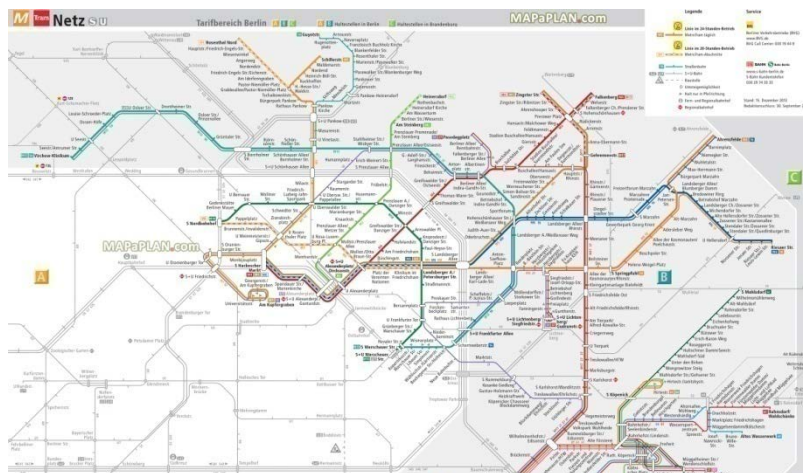


Figura 5. Mapa de la red de tranvías de Berlín. Fuente: Tranvías de Berlín

En la zona oeste el autobús y el metro fue ganando terreno, dejando al tranvía en un segundo lugar. La imposibilidad de circular por el centro de la ciudad dio lugar a varios problemas y dificultades. Entre 1954 y 1962 muchas de las líneas de tranvía fueron sustituidas por recorridos de otros transportes, dejando tan solo 18 líneas de las 36 líneas iniciales con las que contaba la ciudad. La última línea realizó su último recorrido el 2 de octubre de 1967 borrando así al tranvía de la parte oeste. En la actualidad autobuses y metros realizan el mismo recorrido que seguían las 36 líneas de tranvía.

Pese al bajo número de líneas en la zona este y la llegada de la mentalidad pro coche, el tranvía nunca desapareció de esta parte de la ciudad. La principal función que tenía la red era unir el centro de la ciudad con barrios periféricos.

Con la caída del muro y la reunificación de la ciudad llegó también la reunificación del transporte público. El problema era que tan solo se contaba con el tranvía en la parte este de Berlín. Las dificultades no solo se encontraban a nivel de infraestructuras. Los ciudadanos del oeste no tenían cultura de tranvía y supuso un reto reintroducirlo.

Durante los últimos años, el tranvía ha recuperado el protagonismo en una ciudad en la que hizo historia. En la actualidad es la tercera línea más larga del mundo con 187 km, por detrás de Melbourne y San Petersburgo. Con 22 líneas y más de 800 paradas, es un ejemplo de modelo que no dejó morir al tranvía y ha sabido devolverle su espacio, reconociendo su importancia y el papel que juega en la ciudad. En la tabla 3 puede verse un resumen de las características de la red de tranvías.

<b>Nº de líneas</b>	<b>22 líneas</b>
<b>Longitud</b>	187 km
<b>Nº de paradas</b>	800 paradas
<b>Nº de tranvías</b>	430 tranvías
<b>Cocheras</b>	5 cocheras
<b>Alimentación</b>	Electrificada a 600 V
<b>Velocidad comercial</b>	19 km/h
<b>Pasajeros anuales</b>	193,6 M (2016)
<b>Inauguración Línea completa</b>	22 de junio de 1865

*Tabla 3. Mapa de la red de tranvías de Berlín. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Tranvías de Berlín*

La primera extensión de línea hacia el oeste se realizó en 1995, a la cual siguieron varias actuaciones para mejorar la conectividad y la intermodalidad. Estas ampliaciones permitieron conectar las líneas existentes con el centro y la parte oeste, ganándole terreno al transporte rodado que se había priorizado durante los últimos años. En 2004 empezó el diseño de nuevas rutas de tranvía que cubrieran áreas que no tuvieran metro con altos desplazamientos. El objetivo era llevar un medio de transporte de alta capacidad a lugares con grandes movimientos de personas.

Estas extensiones han tenido tres principales consecuencias directas:

- La reducción de la circulación de coches y autobuses, especialmente por el centro de la ciudad. Lo cual ha llevado a la reducción de congestión de Berlín, pacificando el tráfico.
- Se ha disminuido los niveles de contaminación, gracias a las bajas emisiones del tranvía en contra de autobuses diesel.



- Ha mejorado la conectividad de toda la red de transporte público de la ciudad, permitiendo una mejor intermodalidad.

Entre 2017 y 2030 se planea construir once nuevas líneas en Berlín. La ciudad piensa seguir apostando por extender su red de tranvías en el futuro, apoyando el transporte sostenible que ha conseguido mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos.



*Figura 6. Tranvía de Berlín. Fuente: Tranvías de Berlín.*

1. Introducción y objetivos
2. Breve historia del tranvía
- 3. Situación ex-ante**
4. El proyecto del tranvía
5. Impactos sociales
6. Impactos urbanísticos
7. Impactos sobre la movilidad
8. Impactos ambientales
9. Conclusiones

### 3. Situación ex-ante

En el siguiente capítulo se analiza la Zaragoza de antes del tranvía. Se estudia el estado de la ciudad y los principales problemas que padecía en diversos puntos: la estructura de la ciudad y las vías por las que pasará el nuevo tren ligero; cómo eran los barrios y sus habitantes; los mayores medios de transporte de la ciudad, etc. Finalmente se mira cómo estos factores repercuten en la calidad del aire de la ciudad.

#### 3.1. Sociedad

Para comprender mejor el contexto en la que se encontraba Zaragoza hace falta conocer mejor la ciudad y sus ciudadanos.

##### 3.1.1. Distritos

La ciudad de Zaragoza se divide en distritos a efectos administrativos, cada uno de ellos regido por su Junta Municipal. Por otro lado, el Distrito Rural se divide en Barrios Rurales, regidos por Juntas Vecinales.

El tranvía recorre de norte a sur cinco de las catorce Juntas Municipales de la ciudad: ACTUR-Rey Fernando, Casco Histórico, Centro, Universidad y Valdespartera.

- Casco Histórico consta de una superficie de 1,98 km<sup>2</sup> y una población de 46.052 habitantes [10].

Situado sobre la antigua Caesaraugusta el Casco Histórico es la zona más antigua de Zaragoza. En ella aún pueden verse vestigios de la vida romana y medieval de la ciudad. Esta área ha sido siempre el centro de la ciudad y por ello hoy en día aún pueden encontrarse la mayoría de edificios públicos y las principales instituciones.



Figura 7. Situación del distrito de Casco Histórico en rojo en Zaragoza. Fuente: Ayuntamiento de Zaragoza



La plaza del Pilar, el Coso, la avenida César Augusto y el paseo María Agustín son algunas de las principales vías que definen este territorio. Deteriorado con el paso del tiempo hasta el año 1986 con el Plan General de Ordenación Urbana empiezan las actuaciones que intentan mitigar el abandono del distrito.

- El Centro consta de una superficie de 1,82 km<sup>2</sup> y una población de 57.003 habitantes [10].

Con el paso de los años, el Centro se convierte en una zona bulliciosa con abundantes comercios, servicios, entidades financieras y administrativas y actividades lúdicas. La parte más activa y mejor comunicada de la ciudad.

Este tipo de desarrollo impide la creación de zonas verdes en el barrio y colapsa las calles, siendo de los distritos con mayor contaminación acústica de la ciudad. Es uno de los barrios más perjudicados del planeamiento actual.



Figura 8. Situación del distrito de Centro en rojo en Zaragoza. Fuente: Ayuntamiento de Zaragoza

- Universidad consta de una superficie de 3,02 km<sup>2</sup> y una población de 52.914 habitantes [10].

Se trata de un distrito que ha ido creciendo con los años. Vivió un ensanche como en otras ciudades españolas que fue seguido de varias actuaciones que impulsaron la vivienda de protección oficial en la zona en los años 70.

Hoy cuenta con los principales servicios hospitalarios y universitarios de la ciudad, convirtiéndose en un barrio demandado por su ubicación y equipamientos.



Figura 9. Situación del distrito Universidad en rojo en Zaragoza. Fuente: Ayuntamiento de Zaragoza

- ACTUR-Rey Fernando consta de una superficie de 9,67 km<sup>2</sup> y una población de 58.692 habitantes [10].

Este distrito se sitúa al margen norte del río Ebro, extendiéndose hasta Parque Goya, en el antiguo distrito Margen Izquierda. Fue urbanizado como parte del plan ACTUR (Actuación Urbana Urgente) como solución a la falta de viviendas que España tenía en los años 70.

Para cambiar la mala fama que tenía esta parte de la ciudad, se dotó al barrio de numerosos servicios, equipamientos, zonas verdes y viviendas de protección oficial. Aun así, la parte norte del distrito (Parque Goya), queda alejada del centro, aislando el barrio del resto de la ciudad.



Figura 10. Situación del distrito de ACTUR-Rey Fernando en rojo en Zaragoza. Fuente: Ayuntamiento de Zaragoza

- Casablanca consta de una superficie de 66,19 km<sup>2</sup> siendo uno de los más amplios de la ciudad y una población de 18.5452 habitantes [10].

Fue en hacia 2007 cuando se dotó a este distrito de calidad de Junta Municipal y no de Distrito Rural con la construcción del barrio Valdespartera. Como en su día fue ACTUR-Rey Fernando, Valdespartera responde a la necesidad de crecimiento de la ciudad.

Para ello se planificó un barrio con viviendas de protección oficial construidas alrededor de espacios verdes. En 2009 se trataba de un barrio alejado de los principales distritos de la ciudad, situándose en la periferia.



Figura 11. Situación del distrito de Casablanca en rojo en Zaragoza. Fuente: Ayuntamiento de Zaragoza

### 3.1.2. Demografía

También es necesario conocer la distribución de la población y sus características para entender los barrios comentados en el apartado anterior.

En el año 2008 Zaragoza tenía una población de 682.283 habitantes, una densidad de población de 700,2 hab/km<sup>2</sup> y una media de edad de 41,2 años [10].

Juntas	Población	Densidad de población (hab/km <sup>2</sup> )	Edad media (años)
Casco Histórico	46052	23205,90	42,9
Centro	57003	31394,50	45,2
Delicias	115446	35147,66	43,1
Universidad	52914	14536,80	43,6
Casablanca	18545	283,00	37,1
San José	70074	18410,00	43,4
Las Fuentes	45101	7102,50	42,8
La Almozara	25984	15106,98	40,4
Miralbueno	8587	671,38	34,6
Oliver-Valdefierro	29030	2539,40	37,7
Torrero-La Paz	36665	325,74	41,3
ACTUR-Rey Fernando	58692	6019,70	35,6
El Rabal	76150	-	38,4
Santa Isabel	11833	11520,95	35,05

Tabla 4. Población, densidad de población y edad media por juntas municipales en 2008 en Zaragoza. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Ayuntamiento de Zaragoza

En la tabla 4 se puede ver la población, densidad de población y edad media por juntas municipales en el año 2008. Para el distrito de El Rabal no se tienen datos de este año.

La junta municipal de Delicias era la más poblada y densa de la ciudad. En el otro extremo se encuentran los distritos más nuevos y alejados de la zona centro como Miralbueno o Santa Isabel.

De los distritos afectados por el tranvía, los barrios de Centro y Casco Histórico tienen valores de población y densidad similares al resto de barrios del núcleo de la ciudad por ser zonas consolidadas.

Centro destaca por ser el que tiene una media de edad mayor. Pese a que Universidad y ACTUR-Rey Fernando cuentan con un número de habitantes similar, la densidad de población del primero es más del doble del segundo. Esto es debido a que ACTUR-Rey Fernando es una junta con una superficie mucho mayor y aún está en proceso de expansión.

En Casablanca encontramos una baja población y la densidad más pequeña con una de las medias de edad más menores. El motivo es que es un distrito aún joven.

De estas observaciones se pueden identificar los patrones de distribución de población por juntas en la ciudad:

- Los distritos del núcleo de la ciudad tienen una mayor densidad de población y mayor media de edad. Esto se debe a que son los barrios más antiguos y consolidados. De los distritos por los que pasa el tranvía serían Casco Histórico y Centro.
- La siguiente anilla de distritos tienen su origen en los años 60/70/80. Presentan una distribución similar a los más céntricos. Son barrios estabilizados y que ya han terminado de desarrollarse. De los distritos por los que pasa el tranvía serían Universidad y el barrio de ACTUR-Rey Fernando.
- Los barrios más alejados son también los más nuevos. Se caracterizan por tener menor población, densidad de población y edades medias más bajas. Son barrios jóvenes que tienen su origen en el siglo XXI. Aun se están en proceso de crecimiento y consolidación. De los distritos por los que pasa el tranvía sería Casablanca.

### 3.2. Urbanismo

Desde la Zaragoza romana hasta la previa a la llegada del tranvía en 2009, la ciudad ha sufrido muchos cambios, adaptándose a los tiempos y a las necesidades de sus habitantes. Muchas de estas transformaciones son todavía visibles en las calles, monumentos y espacios de la ciudad.

Las últimas grandes variaciones del urbanismo de Zaragoza tuvieron lugar debido a la influencia del automóvil en la segunda mitad del siglo XX. Esto se refleja en calles que priorizan

al coche y dejan al peatón en segundo plano. Paseos cortados por rotondas, calles con diez carriles o nodos donde el viandante queda excluido son algunos ejemplos del urbanismo con que contaba la ciudad.

Para comprender mejor cual era el estado de la ciudad, se procede a analizar el estado de las principales vías y barrios por los que circula hoy el tranvía antes de su llegada.

- El barrio en el que inicia el recorrido la línea es un vecindario relativamente nuevo y alejado del centro de la ciudad. Perteneciente a la junta municipal de ACTUR-Rey Fernando, Parque Goya nace en el año 2000 como barrio de viviendas de protección oficial como ya se ha visto en el apartado 3.1.1.

Para cuando empiezan las obras del tranvía, el barrio ya está en funcionamiento. Aun así las vías que unen el barrio con la zona céntrica de Zaragoza estaban enmarcadas de terrenos por urbanizar, mostrando la separación entre Parque Goya y el barrio más cercano.



*Figura 12. (Arriba) Avenida de la Academia, futuro inicio de línea en el año 2009; (abajo) vías de acceso a Parque Goya en el año 2009. Fuente: Google Earth*

El resto de calles forman parte de la urbanización de ACTUR-Rey Fernando de los años 70, siendo por lo tanto, un barrio consolidado.



- La avenida César Augusto era una vía colapsada con 4 carriles, que daba acceso al puente de Santiago. El volumen de tráfico presente y el mal diseño de en la vía impedía que se apreciara la muralla romana, ocultándola a los ciudadanos.



Figura 13. Avenida César Augusto en el año 2007. Fuente: Google Earth

- El Coso es una calle especialmente céntrica que limita el distrito de Casco Histórico con el de Centro. Se puede apreciar en la figura 14 la congestión de la vía, donde los peatones se ven recludos a las estrechas aceras.
- Plaza España es uno de los nodos viarios más cercanos al centro de Zaragoza. Esta contaba con un gran islote central y varios islotes divisorios que partían el espacio de la plaza, dejándolo inutilizable a los ciudadanos, sin posibilidad de aprovechar la zona.



Figura 14. (Izquierda) El Coso, (derecha) plaza España en el año 2007. Fuente: Google Earth

- El paseo de la Independencia es otro ejemplo de la priorización del vehículo privado. Con tres carriles por sentido de circulación reservaba menos de un 40% de vía para los peatones. Al estar limitado a extremo y extremo del paseo por rotondas, esta vía llegaba a alcanzar grandes niveles de tráfico y ruido, haciendo el trayecto para los peatones poco agradable o placentero. Esto es especialmente contradictorio ya que se trata de uno de los ejes de comercio de la ciudad.



Figura 15. (Abajo) Paseo de la Independencia en el año 2007. Fuente: Google Earth

- En la figura 16 se ve la plaza Paraíso, nodo de comunicación vial. Se trata de un lugar de confluencia de de vías de gran importancia: paseo de la Gran Vía, paseo de la Constitución, paseo de Sagasta, paseo de la Independencia y paseo Pamplona. Aquí el peatón, para poder cruzar, debe bordear toda la rotonda. Los pasos de cebra se limitan a cruzar cada paseo por separado, y no hay ningún paso a través de la plaza.



Figura 16. Plaza Paraíso en el año 2009. Fuente: Google Earth.

- El paseo Gran Vía y el paseo Fernando el Católico tenían ambos la misma sección. Una calzada con tres carriles por sentido de circulación a cada lado enmarcando el paseo central que está bordeado por setos. El camino central queda aislado a las aceras exteriores, creando un espacio cerrado. Además, la conexión entre paseos la separa una rotonda, obligando al peatón a bordear la isleta. Es un paseo que no permite pasear.
- La plaza San Francisco, situada en el paseo Fernando el Católico, presenta un problema similar a este. El islote central queda cerrado a las aceras exteriores por los setos que



lo rodean. Aunque se permite al peatón cruzar la plaza a lo largo, para cambiar de acera es necesario bordearla, con el fin de priorizar los coches y autobuses.



*Figura 17. (Arriba) Paseo Fernando el Católico y Gran Vía; (medio) plaza San Francisco, (abajo) Valdespartera, las tres en el año 2007. Fuente: Google Earth*

- Al final de la línea se encuentra el barrio de Valdespartera, en la junta municipal de Casablanca. De nuevo nos encontramos con un barrio de protección oficial de nueva construcción. En la figura 17 puede verse como la mayoría de los solares aún están por urbanizar, siendo este aún pobre en servicios y espacios verdes, como ya se ha visto en el apartado 3.1.1.



De estas observaciones se pueden diagnosticar diversos problemas en la ciudad.

- La ciudad está colapsada en el centro. Vías de hasta cuatro carriles por sentido de circulación tan solo empeoraban el estado del tráfico.
- Se le da poca importancia al peatón. En los principales paseos de la ciudad el protagonista sigue siendo el vehículo, aislando a las personas y dejándolas en segundo plano.
- Los barrios de ambos extremos se sitúan en zonas periféricas de la ciudad en zonas que aún están en desarrollo.
- No se han visto casi carriles bici en las vías estudiadas, limitando las posibilidades de otra forma de transporte sostenible. Los ciclistas también están relegados a un segundo plano ya que debían compartir espacio al no tener uno propio.

### 3.3. Movilidad

Desde la desaparición del tranvía en 1976 en la capital aragonesa, los vehículos rodados tomaron el control de la ciudad. El automóvil se impuso como medio de transporte mayoritario, mientras que el autobús se convirtió en el principal transporte público hasta la implantación del tranvía.

Estas tendencias tuvieron como consecuencia problemas que se manifestaban en la ciudad de forma evidente. A continuación se estudian los diversos medios de transporte, sus cuotas modales, datos significativos y su repercusión sobre la ciudad.

Se toma el año 2006 como año de referencia ya que el Plan de Movilidad de Zaragoza más reciente data de esa fecha.

#### *3.3.1. Distribución modal*

La cuota modal de la capital aragonesa se distribuía de entre desplazamientos a pie, en transporte privado, transporte público y otros con un 38,17%, un 28,65%, un 27,88% y un 5,3% respectivamente [7].

Destaca la distribución similar del transporte privado y del público, estando aun así el segundo por detrás. Así pues, el vehículo privado era el método más popular para realizar desplazamientos que no fuesen a pie.

## Distribución modal

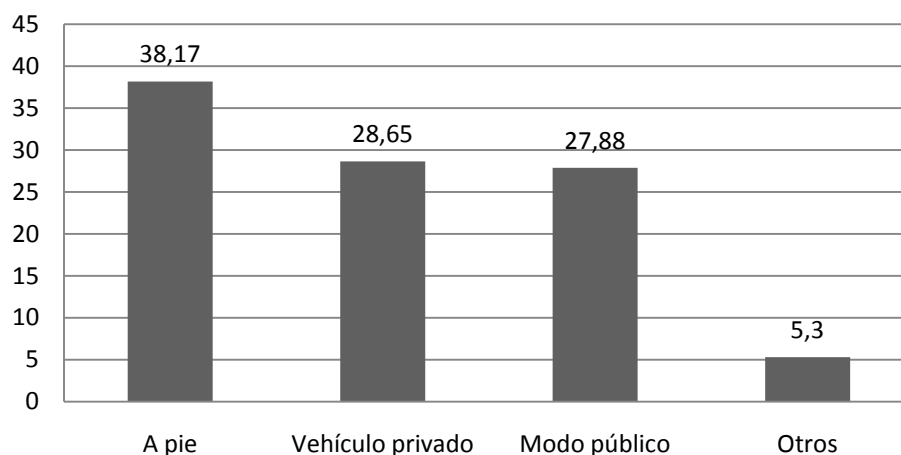


Figura 18. Demanda modal de la ciudad de Zaragoza en el año 2006. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de OTIZA, 2006.

Por otro lado, si se estudia el reparto de los medios de transporte según zonas de la ciudad, se puede ver que conforme más alejados están los barrios del centro de la ciudad, más aumenta la cuota modal del vehículo privado.

En la tabla 5 se muestran resaltadas las macrozonas que suponen los actuales distritos por los que pasa el tranvía. La macrozona Ensanche se corresponde al distrito de Universidad y por su proximidad, se tomará también estos datos para el distrito de Casablanca, que en 2006 aún era considerado un Barrio Rural.

Macrozona	Medios de transporte			
	A pie	Privado	Público	Otros
<b>Casco Histórico</b>	38,9	33,3	25,7	2,1
<b>Centro</b>	58,5	23,2	14,8	3,5
<b>Delicias</b>	42,3	24,5	30,1	3,2
<b>Ensanche</b>	44,4	27,1	23,0	5,4
<b>Monte Canal</b>	11,8	50,4	37,3	0,6
<b>San José</b>	33,0	23,0	36,5	7,5
<b>Las Fuentes</b>	36,9	22,4	24,3	16,4
<b>La Almozara</b>	5,0	38,9	28,3	3,0
<b>Oliver</b>	21,0	43,1	30,9	4,9
<b>Torrero-La Paz</b>	52,5	24,3	18,2	4,9
<b>ACTUR</b>	23,2	36,6	34,3	5,9
<b>Cogullada</b>	15,5	50,4	31,2	2,9
<b>La Jota</b>	22,9	31,4	40,5	5,2

Tabla 5. Demanda modal por macrozonas de la ciudad de Zaragoza en el año 2006. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de OTIZA, 2006

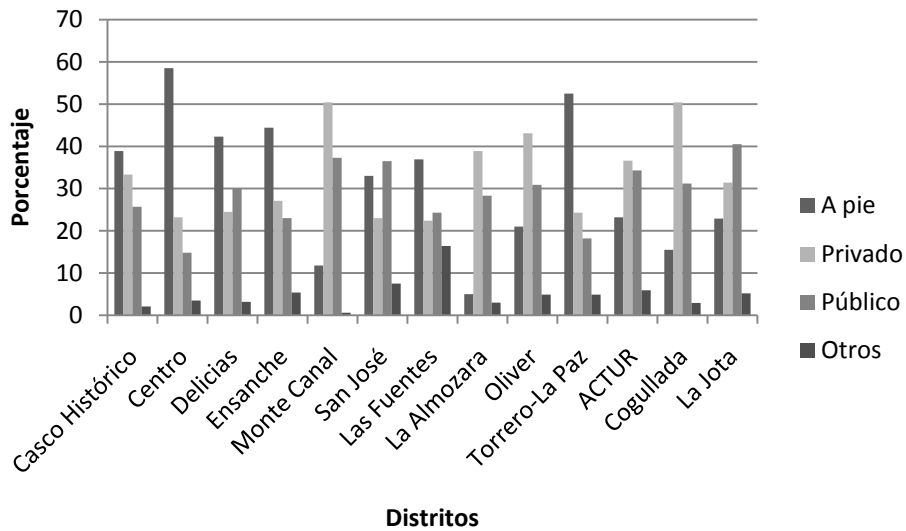


Figura 19. Demanda modal por macrozonas de la ciudad de Zaragoza en el año 2006. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de OTIZA, 2006

En las cuatro macrozonas estudiadas, el transporte privado supera en todos los casos al público, siendo en las zonas del centro donde más se acusa la diferencia.

Se observan así algunos problemas:

- La cuota modal del transporte privado es muy elevada. Pese a estar casi igualada con la distribución del transporte público, sigue siendo la primera opción después de los desplazamientos a pie.
- En el caso de la macrozona de ACTUR el desplazamiento a pie se releva a tercera posición, dejando en primera posición a los coches.
- En la categoría *otros* se cuentan desplazamientos en bicicleta. Supone un porcentaje muy bajo. Una de las principales causas es la falta de carriles bici en la ciudad.

### 3.3.2. Tráfico rodado

Antes de la llegada del tranvía Zaragoza era una ciudad saturada por el vehículo privado. Como se ha visto en el apartado 3.3.1 un 28,65% del total de desplazamientos en la ciudad se realizaba en vehículo privado, por encima del transporte público [7].

Dese que en los años 60 se empezó a popularizar el coche, su popularidad ha ido a la alza. El principal motivo es la independencia que da al usuario.

En las imágenes de las principales vías por las que hoy circula el tranvía en el apartado 3.2 presentaban un gran número de vehículos circulando por ellas, en algunos casos incluso

colapsándolas. Muchas calles estaban destinadas al conductor, con calzadas y parkings más anchos que aceras, como se ha explicado.

Esta situación ocasionaba problemas importantes en la ciudad:

- Muchas vías estaban colapsadas por el tráfico rodado, impidiendo un uso eficaz y sostenible de las calles. Este problema se agravaba especialmente en la zona del núcleo de la ciudad.
- El elevado número de vehículos privados limitaba la eficacia de los autobuses de la ciudad, que compartían el mismo espacio para circular, sin contar con ningún tipo de prioridad, en la mayoría de los casos.
- Con las calles colapsadas el nivel de emisiones y ruido eran altos. La baja calidad del aire empezaba a ser un problema serio a tratar en la ciudad.

### *3.3.3. Autobús*

Como se ha podido ver en el apartado anterior el transporte público suponía casi un 30% de los desplazamientos de la ciudad en 2006 [7]. El autobús, antes de la llegada del tranvía a Zaragoza, era el principal medio de transporte público.

En la capital aragonesa los autobuses llevan operando desde 1942 (anteriormente fueron trolebuses), pero con la desaparición del tranvía en 1976, la red de buses empezó a crecer en la ciudad. En 2009 se contaba con 47 líneas: 37 diurnas, 7 nocturnas y 3 especiales para las fiestas del pilar. La red tenía un recorrido de 721 km, con 2.018 paradas y se utilizaban 334 vehículos [11].

Siguiendo el Plan de Movilidad Sostenible de 2006, se destacan los principales problemas con la red de autobuses de la ciudad:

- La velocidad comercial es relativamente baja. En un 25% de las líneas urbanas la velocidad comercial es igual o inferior a 12 km/h, en el 50% es igual o inferior a 13,5 km/h y en un 90% es inferior a 17 km/h [7].
- La baja velocidad comercial se debe, entre otros aspectos, a la escasez de carriles buses en la ciudad. Es decir, no tenían preferencia en la ciudad y debían circular bajo las mismas condiciones que el resto de vehículos.
- La circulación congestionada de Zaragoza afecta al nivel de servicio del transporte público rodado. El conflicto con el transporte privado reduce la regularidad y fiabilidad de la red de autobuses.

- Se contaba con una red demasiado extensa y que daba un sobre servicio a la población con demasiadas paradas y frecuencia. Pese a que esto ayudaba a dar un mejor servicio a los usuarios, también suponía un mayor número de vehículos circulando por las calles.
- No hay sistema tarifario integrado entre los municipios cercanos a Zaragoza. Esto afecta a la intermodalidad de la zona metropolitana de la ciudad.

### 3.4. Medio ambiente

Todos los factores comentados en los apartados anteriores contribuían a un al aumento de la contaminación. El alto porcentaje de desplazamientos que se producen en la capital en medios de transporte motorizados, un 45,2 %, conlleva problemas asociados al uso de combustibles fósiles, empeorando la calidad del aire de la ciudad [7].

En 2009 los niveles de contaminación rozaban el límite de lo aceptable: 0,26 mg/m<sup>3</sup> de partículas de CO, 29,56 µg/m<sup>3</sup> de partículas de NO<sub>2</sub> y 35,57 µg/m<sup>3</sup> de partículas de PM<sub>10</sub> [11].

Este fue uno de los principales motivos que impulsó a la ciudad a pensar en el tranvía como alternativa de transporte eficiente y sostenible.

1. Introducción y objetivos
2. Breve historia del tranvía
3. Situación ex-ante
- 4. El proyecto del tranvía**
5. Impactos sociales
6. Impactos urbanísticos
7. Impactos sobre la movilidad
8. Impactos ambientales
9. Conclusiones

## 4. El proyecto del tranvía

Decidida la implantación de la línea 1 y teniendo un claro objetivo en mente, se inició su construcción.

En este capítulo se explica cuáles son las principales características del nuevo medio de transporte y su uso desde la inauguración.

### 4.1. Características y recorrido

La línea 1 del tranvía de Zaragoza se inauguró completa el 26 de marzo de 2013. Tiene un recorrido Norte-Sur, con una longitud de 12,8 kilómetros que separa las paradas de Avenida de la Academia (extremo norte) y Mago de Oz (extremo sur), uniendo así dos barrios de protección oficial de Parque Goya y Valdespartera. La obra pasa por centros culturales, como el auditorio de Zaragoza; centros educativos, como las tres universidades de la ciudad; centros sanitarios, como dos hospitales; centros deportivos, como el campo de fútbol; centros de ocio, como el parque principal de la ciudad y por el centro de la ciudad.

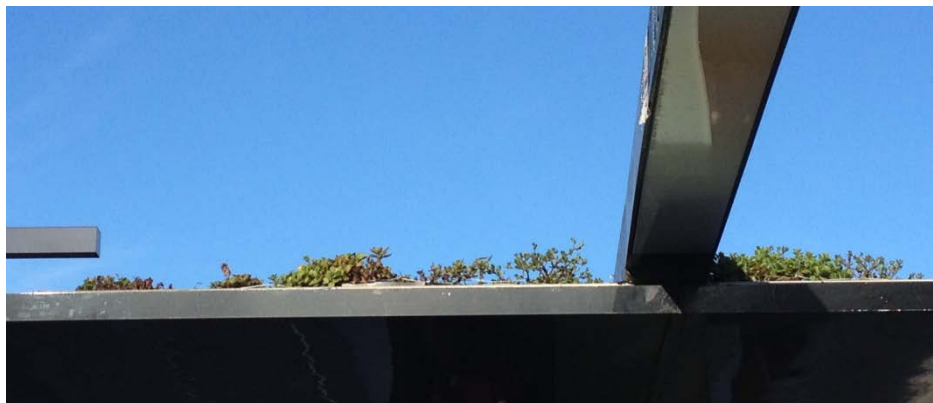


*Figura 20. Detalles del tranvía de Zaragoza: (arriba-izquierda) marcador del tiempo de espera; (arriba-derecha) interior de un coche; (abajo) patín inferior que permite cargar al coche. Fuente: Elaboración Propia.*

Se tarda en recorrer la línea 40 minutos y la frecuencia de paso en hora punta es de 5 minutos. La flota la componen un total de 21 Urbos3 con capacidad de 200 personas y 52 asientos. A lo largo del recorrido hay 25 paradas con tres intercambiadores con autobuses y cercanías y dos talleres y cocheras (uno en cada extremo de la Línea). La distancia media entre paradas es 500 metros. A fin de incentivar el uso del transporte público, también se implantaron dos aparcamientos intermodales, con un reducido coste si se usa el tranvía, 0.06 euros/hora. Uno se sitúa en el barrio de Valdespartera ente la calle Los Pájaros y La Ventana Indiscreta y otro en la avenida Pirineos [12].

La alimentación del tranvía es eléctrica mediante catenaria durante todo el recorrido excepto en un tramo de 1,8 kilómetros. Este es la zona sin catenaria más grande de España. En la parte central, entre las paradas de La Chimenea y Gran Vía, la alimentación es por recarga en las paradas mediante el sistema ACR (Acumulador de Carga Rápida). El sistema de recarga se realiza mediante un patín inferior y un carril en la parada que está en tensión cuando el tranvía está sobre él. El sistema ACR también permite recuperar energía durante el frenado ayudando a bajar el consumo en los tramos con catenaria. Esta medida es lo que lo diferencia de otras obras. De esta forma se reduce el impacto visual al mínimo, respetando el entorno del centro histórico de la ciudad.

Las plataformas de acceso son inclusivas, facilitando el uso del tranvía a todo el mundo. Cuenta con piso bajo y los andenes están integrados en las aceras permitiendo el acceso a personas mayores, con movilidad reducida, sillas de ruedas, coches de bebes, carros de la compra, etc. Cuentan con expendedoras de billetes en Braille y colores de contraste en pulsadores y salidas. Hay zona podo táctil en los cruces y franjas de seguridad en las paradas. Los andenes tienen rampas de acceso a ras de suelo y los vehículos están dotados de rampas automáticas. En cada unidad hay 4 espacios para sillas de ruedas y 16 asientos reservados.



*Figura 21. Detalle plantas serum en el tejado de las marquesinas. Fuente: Elaboración Propia.*



<b>Longitud</b>	<b>12,8 km</b>
<b>Nº de paradas</b>	25
<b>Nº de tranvías</b>	21 Urbos3
<b>Longitud ud</b>	32 ampliables a 42 m
<b>Capacidad</b>	200 personas con 52 asientos
<b>Alimentación</b>	Catenaria, excepto en la parte central del recorrido: Gran Vía – Chimenea (1,8 km)
<b>Frecuencia de paso (hora punta)</b>	5 min
<b>Velocidad comercial</b>	20 km/h
<b>Tiempo total recorrido</b>	40 min
<b>Distancia media entre paradas</b>	500 m
<b>Intercambiadores</b>	3 (ACTUR / Fernando el Católico-Goya / Emperador Carlos v)
<b>Aparcamientos intermodales bonificados</b>	2 (Calle los Pájaros/la Ventana Indiscreta y Avenida Pirineos)
<b>Talleres y cocheras</b>	2, uno en cada extremo de la Línea
<b>Cruces ida y vuelta</b>	172 (87 + 85)
<b>Inauguración Línea completa</b>	26-mar-13

Tabla 6. Características y datos de la línea 1 del tranvía de Zaragoza. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Tranvías de Zaragoza.

La infraestructura también cuenta con un sistema de prioridad semafórica dinámica mediante el cual se consigue hasta un ahorro del 8% de energía evitando frenadas [13]. El sistema fue desarrollado por técnicos del Ayuntamiento de Zaragoza y permite mantener la velocidad comercial, de aproximadamente 20 km/h, a lo largo de los 172 cruces del recorrido (ida y vuelta). El conjunto también cuenta con 200 cámaras de vigilancia y un ordenador central para asegurar el buen funcionamiento.



Figura 22. Tranvía cruzando la plaza Paraíso. Fuente: Elaboración Propia.

El tranvía de Zaragoza circula por la mayor parte de su recorrido por una plataforma reservada. Esta parte, según la clasificación del transporte metropolitano según el uso de la infraestructura es de categoría 2. Es decir, separada de otros tráficos mediante bordillos pero

puede ser cruzado por peatones u otros vehículos en diversos puntos del trayecto. En la zona del Coso, que es la misma zona en la que encontramos la alimentación sin catenaria, al ser área peatonal, la infraestructura está formada por la propia calle, se clasifica como infraestructura de categoría 3. En la tabla 7 puede verse un resumen con los datos más relevantes.

## 4.2. Uso del tranvía

La implantación del tranvía supuso una nueva opción de transporte a los zaragozanos, especialmente a los habitantes de los barrios de Parque de Goya y Valdespartera, nuevas áreas de viviendas de protección oficial situadas en los extremos norte y sur, respectivamente, de la ciudad.

Terminó el 2015 con 27,6 millones de viajeros, cifra algo superior a la de 2014 con 26,9 millones [12]. En la figura 23 puede verse el aumento de usuarios desde el 2011 hasta el 2014.

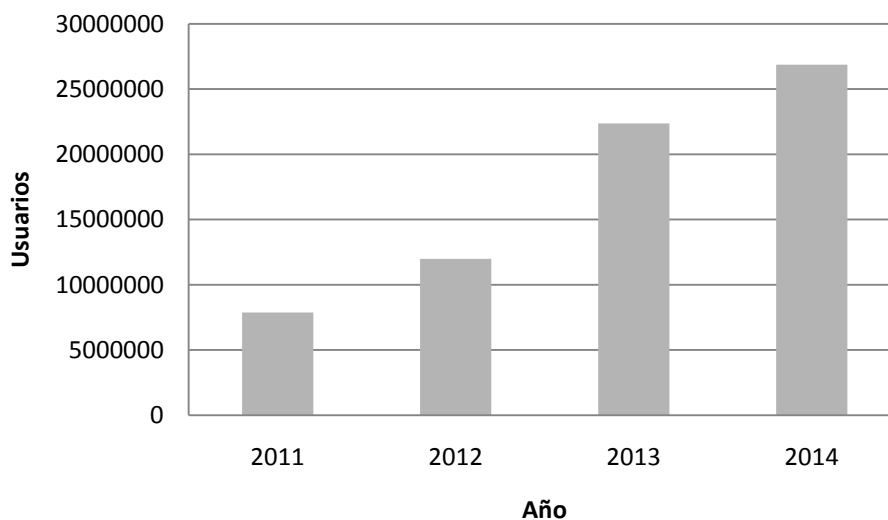


Figura 23. Usuarios anuales de la línea 1 del tranvía de Zaragoza. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Tranvías de Zaragoza.

En 2011 y 2012 solo estaba operativa la fase 1 del trazado. No fue hasta marzo de 2013 cuando la línea completa comenzó a operar. Esto explicaría que entre 2012 y 2013 se doblara el número de pasajeros. Desde entonces la cantidad de viajeros fue en aumento, pero a un ritmo más progresivo.

Debería realizarse, por lo tanto, un estudio más detallado a partir de la inauguración completa del proyecto como puede verse en la figura 24.

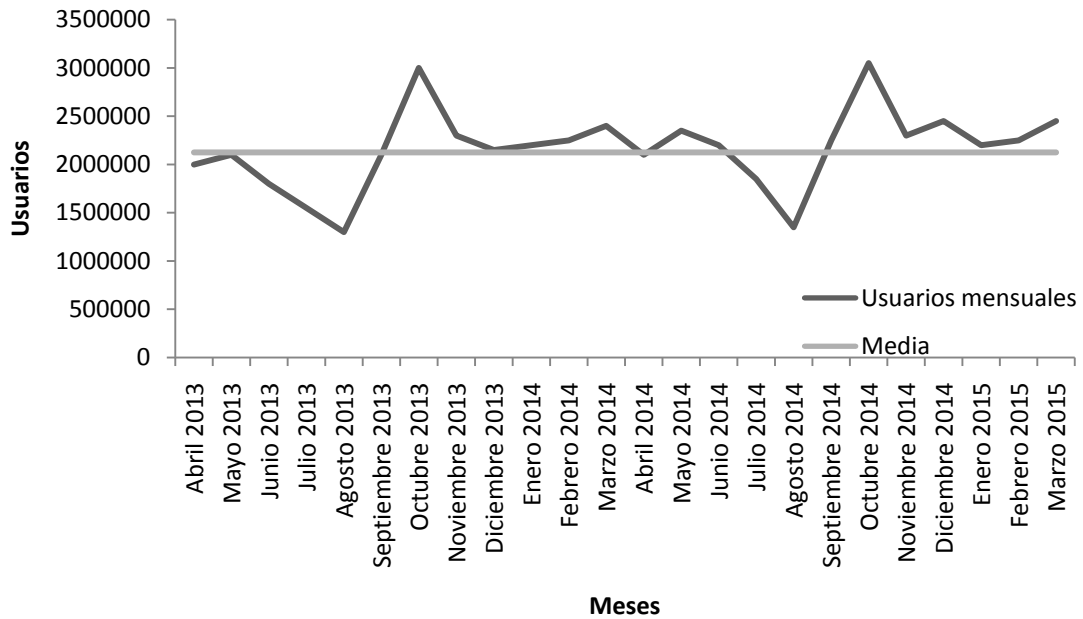


Figura 24. Usuarios mensuales de la línea 1 del tranvía de Zaragoza. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Tranvías de Zaragoza.

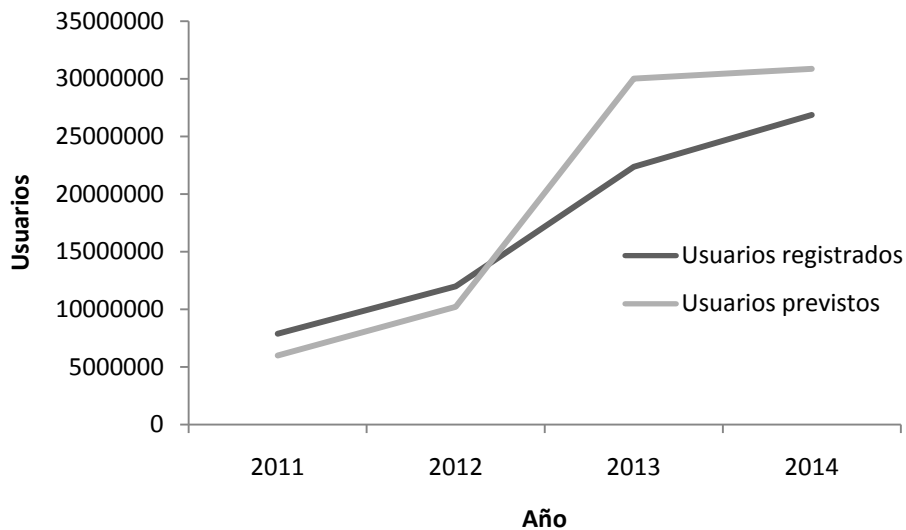


Figura 25. Comparativa de usuarios previstos y registrados de la línea 1 del tranvía de Zaragoza. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Tranvías de Zaragoza.

Los meses que registran un mayor número de usuarios son octubre de 2013 y de 2014 con más de 3.000.000 pasajeros cada uno. Estas cifras tan altas se deben a las fiestas del Pilar. Los meses con menor uso del tranvía son agosto de 2013 y de 2014 con aproximadamente 130.000 y 135.000 viajeros cada uno. La reducción en estos meses es causado por las vacaciones y es utilizado mucho menos tanto por trabajadores como por estudiantes. El resto del tiempo las cifras de mantienen relativamente constantes, con una media de 2.124.769 pasajeros al mes.

Pese a lo favorable que parecen estos datos, tan solo los dos primeros años se ha cumplido el número de usuarios previstos. En la figura 25 puede verse una comparación entre número de pasajeros previstos y el número real recibido.

En 2011 y 2012 se cumplió la previsión y aumentó un 31% y un 17% respecto el número de pasajeros esperados. A partir del año 2013 los pasajeros registrados se reducen en un 26 % y un 13% cada año. Aun así el número de usuarios siempre ha ido a la alza. No se triplicó los viajeros registrados en 2013 como se esperaba, pero se duplicaron al inaugurar por completo la línea 1 del tranvía.

En la tabla 8 se muestra el porcentaje de población que tiene acceso a paradas del tranvía en función de la distancia a la misma.

Distancia a la parada (m)	Población atendida (%)	Población atendida (personas)
150	7,9	55.472
300	17,3	120.738
500	27,3	189.921
750	34,6	240.905

Tabla 7. Porcentaje de población que tiene acceso a paradas línea 1 del tranvía de Zaragoza en función de la distancia de la. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Tranvías de Zaragoza

Puede verse que para 150 m, 300 m, 500 m y 750 m a lo largo de la línea 1 se da servicio a una población de 7,9 %, 17,3 %, 27,3 % y 34,6 % respectivamente.

Debe estudiarse también el uso de cada parada en el sentido del recorrido. En función de las paradas en las que se utilice el tranvía, el impacto variará. En la figura 26 se muestra por cada parada el número de usuarios que han accedido al servicio en sentido Valdespartera.

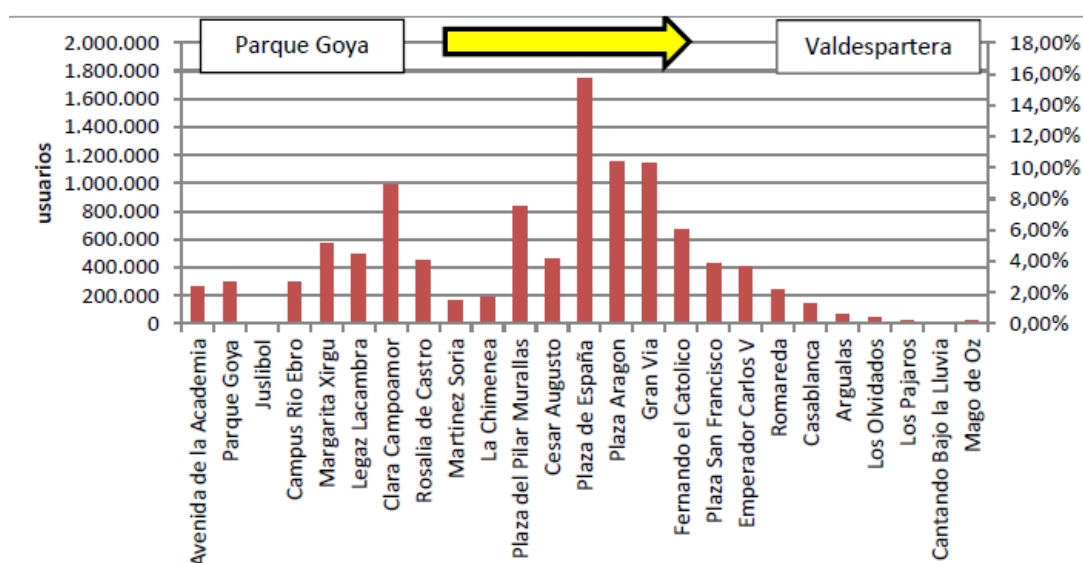


Figura 26. Número de usuarios por parada en sentido Norte-Sur de la línea 1 del tranvía de Zaragoza. Fuente: Ortego-Bielsa, A et al., 2015

En las paradas en las que accede un mayor volumen de pasajeros son Plaza de España, Plaza de Aragón y Gran Vía, con un 15,72 %, 10,30 % y 10,27 % respectivamente. Las tres paradas están situadas en la zona centro. Son usuarios que se dirigen a Valdespartera.

Si se estudia el número de viajeros que suben al tranvía en las 5 primeras paradas del recorrido, se obtiene que un 12,97 % de los usuarios comienzan el recorrido en ellas. Estas paradas son: Avenida de la Academia, Parque Goya, Juslibol, Campus Río Ebro y Margarita Xirgu.

La figura 27 muestra los datos respectivos al sentido contrario, hacia Parque Goya.

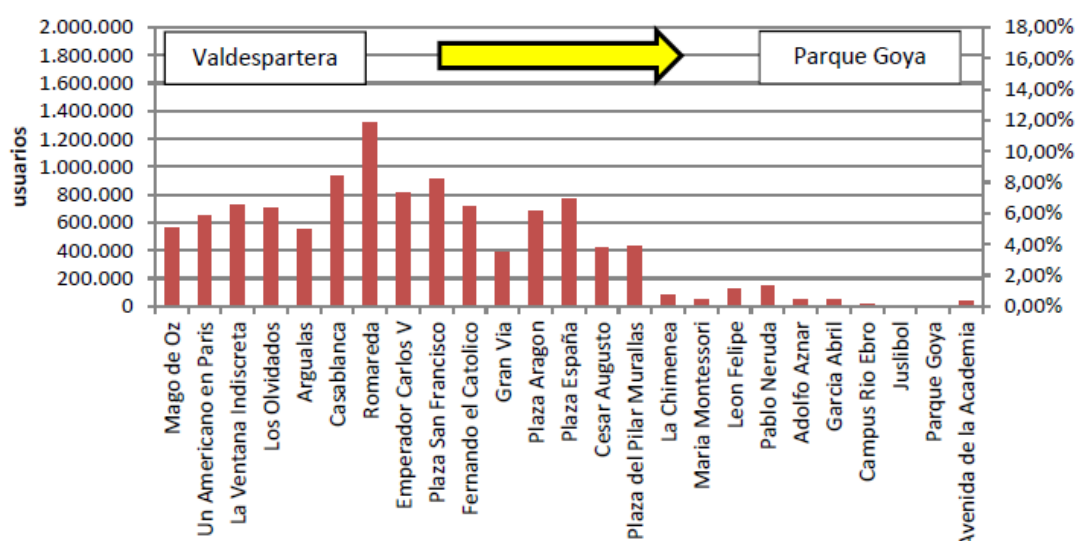


Figura 27. Número de usuarios por parada en sentido Sur-Norte de la línea 1 del tranvía de Zaragoza. Fuente: Ortego-Bielsa, A et al., 2015

Las tres paradas que recogen un mayor número de viajeros son Romareda, Casablanca y Plaza San Francisco. La primera recibe un 11,84 % del total de pasajeros y está situada en una zona con servicios hospitalarios y el campo de fútbol. Las otras dos reciben 8,35 % y 8,20 % respectivamente.

Si se consideran cuantos usuarios acceden al tranvía en las 5 primeras paradas del recorrido de la línea en este sentido se obtiene un 28,74 % de los viajeros. Las paradas son: Mago de Oz, Un Americano en París, La ventana Indiscreta, Los Olvidados y Argualas.

Se ve reflejado especialmente en este segundo gráfico la importancia que ha tenido la infraestructura para el barrio de Valdespartera.

1. Introducción y objetivos
2. Breve historia del tranvía
3. Situación ex-ante
4. El proyecto del tranvía
- 5. Impactos sociales**
6. Impactos urbanísticos
7. Impactos sobre la movilidad
8. Impactos ambientales
9. Conclusiones

## 5. Impactos sociales

La aparición del tranvía en Zaragoza supuso un cambio en el modo de vida en la ciudad. Este permitió que barrios más alejados del centro de la ciudad estuvieran conectados por un medio de transporte de gran capacidad.

A continuación se analizará la variación de población, densidad de población y edad media de las distintas juntas municipales de Zaragoza.

### 5.1. Demografía

La aparición del tranvía en Zaragoza supuso un cambio en el modo de vida en la ciudad. Este permitió que barrios más alejados del centro de la ciudad estuvieran conectados por un medio de transporte de gran capacidad.

A continuación se analizará la variación de población, densidad de población y edad media de las distintas juntas municipales de Zaragoza.

Se toma 2008 y 2016 como años de referencia, para antes y después del tranvía, respectivamente. La población de Zaragoza varió entre estos años, pasando de 682.283 habitantes a 702.426 habitantes, suponiendo un aumento del 3% [1] [10].

En la tabla 9 puede verse la distribución de población según las juntas municipales.

Juntas municipales	Población		
	2008	2016	Variación (%)
<b>Casco histórico</b>	46052	46821	1,67
<b>Centro</b>	57003	53269	-6,55
<b>Delicias</b>	115446	109901	-4,80
<b>Universidad</b>	52914	50115	-5,30
<b>Casablanca</b>	18545	43242	133,17
<b>San José</b>	70074	66715	-4,79
<b>Las Fuentes</b>	45101	42610	-5,52
<b>La Almozara</b>	25984	24545	-5,54
<b>Miralbueno</b>	8587	12176	41,80
<b>Oliver-Valdefierro</b>	29030	31559	8,71
<b>Torrero-La Paz</b>	36665	38598	5,27
<b>ACTUR-Rey Fernando</b>	58692	59295	1,03
<b>El Rabal</b>	76150	78548	3,15
<b>Santa Isabel</b>	11833	13412	13,34

Tabla 8. Población por juntas municipales en 2008 y 2016 en Zaragoza. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Ayuntamiento de Zaragoza.

Puede verse dos tipos de comportamiento diferenciados entre las juntas más próximas al centro de la ciudad y aquellas más alejadas. Mientras que las céntricas pierden algo de población (excepto Casco Histórico), las que se sitúan en el radio exterior ganan habitantes. Aún así, las juntas céntricas continúan teniendo mayor población.

Aquellas por las que pasa el tranvía están marcadas en la tabla. De estas las únicas que han perdido población son Centro y Universidad. En el caso de ACTUR-Rey Fernando y Casco Histórico aumentan el número de habitantes de forma moderada. La mayor crecida se da en Casablanca, donde pasan de 18.545 habitantes a 43.242 habitantes, más del doble de población entre 2008 y 2016. Es en Casablanca donde se encuentra el barrio de Valdespartera, el barrio periférico sur de la línea 1 del tranvía.

Esta distribución está relacionada con la mejora del transporte público de la ciudad, que ahora une los barrios de inicio y fin de línea con el centro en tan solo 19 minutos. El aumento de calidad en el nivel de servicio ha permitido que la población se desplace de las zonas céntricas a aquellas más alejadas sin perder comodidad.

En el caso de Valdespartera el gran aumento se da porque el barrio entre 2008 y 2016 está en crecimiento. Como ya se había comentado es una zona de viviendas de protección oficial, como ACTUR-Rey Fernando. Es un área que ya se planteó teniendo en cuenta que el tranvía pasaría por sus calles. Así pues, no solo el crecimiento sino también la creación de este barrio, está directamente relacionado con la llegada del tren ligero.

Respecto a la densidad de población Zaragoza varió de 700,2 hab/km<sup>2</sup> a 726,4 hab/km<sup>2</sup> entre 2008 y 2016 suponiendo un aumento del 3,7 %. Por otro lado la edad media creció de 41,2 años a 44,2 años, un envejecimiento de 3 años [1] [10].

En la tabla 10 puede verse la densidad de población y la edad media en las juntas municipales de la ciudad. Para la junta de El Rabal no se tienen datos de la densidad de población para 2008.

De nuevo, como ocurría con la variación de población, las juntas céntricas son las que pierden densidad de población, mientras que aquellas más alejadas ganan. La mayor expansión se da en barrios nuevos con gran área rural situados en la corona que rodea la ciudad.

En cuanto a la edad media aumenta en todas las juntas municipales de la ciudad excepto en Casablanca. En Centro es el área donde menos aumenta, manteniéndose casi igual, mientras que la Almozara es la junta que más envejece.



Juntas	Densidad de población			Edad Media		
	2008 (hab/km <sup>2</sup> )	2016 (hab/km <sup>2</sup> )	Variación (%)	2008 (años)	2016 (años)	Variación (años)
<b>Casco histórico</b>	23205,90	23594,7	1,68	42,9	45,1	2,2
<b>Centro</b>	31394,50	23594,7	-24,84	45,2	45,8	0,6
<b>Delicias</b>	35147,66	33459,4	-4,80	43,1	46,9	3,8
<b>Universidad</b>	14536,80	3284,60	-77,40	43,6	47,2	3,6
<b>Casablanca</b>	283,00	653,30	130,85	37,1	35,9	-1,2
<b>San José</b>	18410,00	18125,0	-1,55	43,4	47,1	3,7
<b>Las Fuentes</b>	7102,50	6747,65	-5,00	42,8	46,3	3,5
<b>La Almozara</b>	15106,98	6515,16	-56,87	40,4	45,1	4,7
<b>Miralbueno</b>	671,38	1480,45	120,51	34,6	36,5	1,9
<b>Oliver-Valdefierro</b>	2539,40	7272,53	186,39	37,7	40,1	2,4
<b>Torrero-La Paz</b>	325,74	345,01	5,92	41,3	43,8	2,5
<b>ACTUR-Rey Fernando</b>	6019,70	6131,00	1,85	35,6	40,8	5,2
<b>El Rabal</b>	-	9377,86	-	38,4	41,7	3,3
<b>Santa Isabel</b>	11520,95	1682,71	-85,39	35,05	38,3	3,3

*Tabla 9. Densidad de población y edad media por juntas municipales en 2008 y 2016 en Zaragoza. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Ayuntamiento de Zaragoza.*

Las juntas por las que pasa el tranvía siguen una variación similar a la de la ciudad de Zaragoza. La excepción es la junta de Casablanca. Aumentando su densidad a más del doble y siendo la única que consigue bajar la edad media. La zona de viviendas de protección oficial atrae a gente joven. Les ofrece un lugar asequible donde vivir sin renunciar a la comodidad de vivir cerca del centro gracias al tren ligero.

1. Introducción y objetivos
2. Breve historia del tranvía
3. Situación ex-ante
4. El proyecto del tranvía
5. Impactos sociales
- 6. Impactos urbanísticos**
7. Impactos sobre la movilidad
8. Impactos ambientales
9. Conclusiones

## 6. Impactos urbanísticos

Las ciudades deben cambiar y adaptarse a las necesidades de sus habitantes. Cuando el tranvía llegó a Zaragoza, la ciudad evolucionó con él. Fue la oportunidad de llevar a cabo las reformas que el municipio necesitaba desde hacía años.

En el siguiente capítulo, se estudia cómo se modifican las principales vías de la ciudad, como se añaden con el tranvía elementos urbanísticos integratorios y como aumenta del número de kilómetros de carriles bici.



Figura 28. Plano del recorrido del tranvía. Fuente: Moreno, A.M., 2017.

### 6.1. Modificación de las vías

En este capítulo se estudia el recorrido de la línea 1 del tranvía y los cambios que han sufrido gracias a su implantación los barrios y vías.

#### 6.1.1. Parque Goya

Parque Goya es uno de los dos barrios del distrito de ACTUR-Rey Fernando. Situado al norte de la junta municipal, sus obras empezaron en el año 2000. Para cuando se inauguró el extremo de la línea en 2013, el barrio ya estaba consolidado. Apenas pueden verse modificaciones en la zona urbanística.

El vecindario está, no solamente alejado del centro de la ciudad, sino también del barrio más cercano (ACTUR-Rey-Fernando). Algunas de las vías de acceso a la zona estaban aún en fase de construcción en el año 2009.

Pese a estar ya operativas, las carreteras para llegar desde el centro Parque Goya siguen estando enmarcadas por áreas rurales. Este hecho sigue dando al barrio el aspecto de periférico. La conexión que lo mantiene unido al resto de la ciudad es el tranvía. El nuevo medio de transporte colectivo permite una continuidad en el marco urbanístico y acorta la sensación de separación.

A esta unión del territorio también ayuda la incorporación de un carril bici desde el barrio de Parque Goya hasta el barrio de ACTUR-Rey Fernando por la Avenida Majas de Goya.

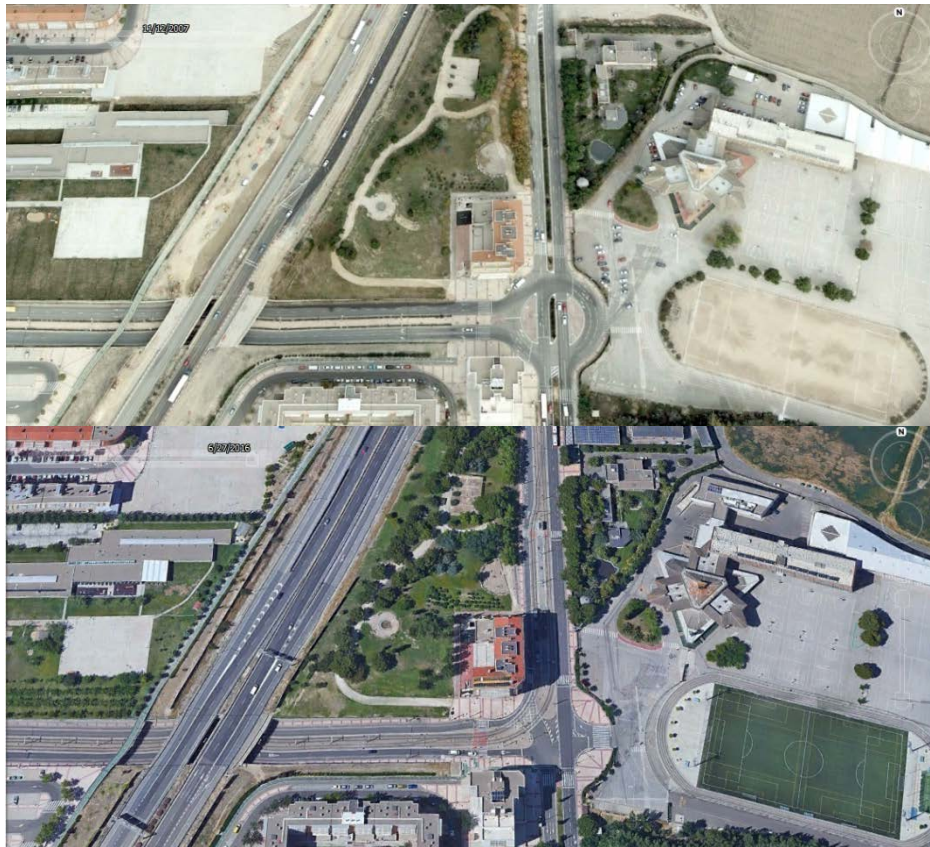


Figura 29. Avenida de la Academia (arriba) en el año 2007;(abajo) en el año 2016. Fuente: Google Earth.

### **6.1.2. ACTUR-Rey Fernando**

En su paso por el barrio de ACTUR-Rey Fernando el tranvía apenas ha modificado la morfología de la zona. Uno de los pocos lugares que han sufrido cambios son las calles Gertrudis Gómez de Avellaneda y la calle María Zambrano, que bordean una zona comercial.



En casi todos los tramos se ha pasado de tres a dos carriles por sentido de circulación, ampliando las aceras en esos puntos. Tan solo se han mantenido los tres carriles en lugares necesarios como carril de cambio de dirección. También sufre modificaciones la avenida Majas de Goya, que une ACTUR-Rey Fernando con Parque Goya, pasando de dos a un carril por sentido de circulación.

En esta área ya se contaban con aceras anchas y vegetación, creando un espacio agradable para el peatón. La mayor mejora introducida para los no conductores es un carril bici que sigue el trazado del tranvía desde el barrio de Parque Goya hasta el puente de Santiago.

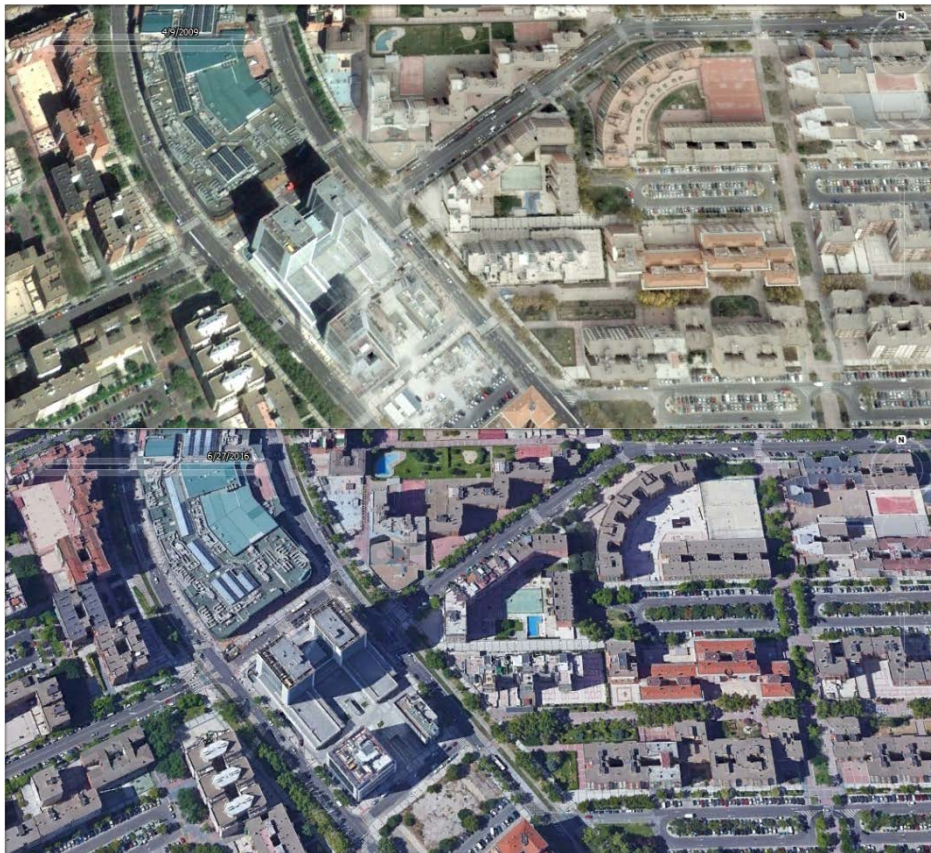


Figura 30. Calles Gertrudis Gómez de Avellaneda y María Zambrano (arriba) en el año 2009; (abajo) en el año 2016.  
Fuente: Google Earth.

### *6.1.3. Puente de Santiago*

El puente de Santiago es uno de los puentes que cruzan el río Ebro en Zaragoza. Construido en 1967, une los distritos de ACTUR-Rey Fernando y Casco Histórico conectando con la avenida Pirineos en el norte y la avenida César Augusto en el sur.

Con la llegada del tranvía la calzada pasa de tres carriles por sentido de circulación a dos, para poder dejar espacio para la infraestructura. Se aprovecha la reordenación de la vía para incluir un carril bici también en esta parte que conecta con el existente en avenida los Pirineos.

Es también en este lugar donde el tranvía empieza su recorrido sin catenaria con el fin de minimizar el impacto visual que este pueda tener.



Figura 31. Puente de Santiago (arriba) en el año 2007; (abajo) en el año 2016. Fuente: Google Earth.

#### 6.1.4. César Augusto/Murallas



Figura 32. Parada Plaza del Pilar en la calle César Augusto con las murallas de fondo en 2017. Fuente: Elaboración propia.



La calle César Augusto limita el distrito de Casco Histórico al oeste. A lo largo de su recorrido se encuentran diversos elementos del patrimonio de la ciudad, como las Murallas Romanas o el Mercado Central.

Aunque en 2009 tan solo se permitía la circulación de autobuses y taxis, la calle estaba colapsada por el tráfico, dejando en un segundo plano estos monumentos de la ciudad

En la actualidad solo circula el tranvía por esta zona, que se ha abierto a los ciudadanos, haciendo de las murallas y el mercado un lugar visible y al alcance de todos.



Figura 33. Calle César Augusto (arriba) en el año 2007; (abajo) en el año 2016. Fuente: Google Earth.

#### *6.1.5. El Coso*

La calle del Coso es una zona comercial con mucho movimiento debido a que limita al sur el distrito de Casco Histórico con el de Centro.

En 2009 disponía de dos carriles en sentido oeste y uno en sentido este (que era exclusivo para autobuses y taxis). La distribución de la vía era 12 metros de calzada y 3,50 de aceras a cada lado, sin aparcamientos.



*Figura 34. Calle Coso (arriba) en el año 2007; (abajo) en el año 2016. Fuente: Google Earth.*

Con la llegada del tranvía se peatonalizó por completo en el tramo que este discurre, eliminando los carriles desde la calle César Augusto hasta plaza España. Esto supuso una gran ventaja para los viandantes que consiguieron una vía con 19 metros peatonales.

Ahora calle Coso se ha convertido en un lugar de paseo y comercio, donde peatones y tranvía conviven libres de tráfico rodado.



*Figura 35. Calle Coso en el año 2017. Fuente: Elaboración propia.*



### *6.1.6. Plaza España*

Plaza España un lugar de confluencia de vías. En el año 2009 el centro de la plaza estaba ocupado por una rotonda que separaba la calle Coso en dos, permitiendo a los vehículos que venían del paseo de la Independencia girar a derecha o izquierda.

En la actualidad el tramo de la calle Coso entre plaza España y César Augusto es peatonal, quedando como única opción de continuar por el este. Es por eso que ahora ya no hay rotonda, sino una calzada única y continua.

Cuando la rotonda estaba presente no había espacio para poder desarrollar otras actividades en la plaza. Con su retirada quedó un nuevo espacio aprovechable. La fuente permanece en el mismo lugar que en 2009 y se suman al lugar árboles plantados alrededor y terrazas de los bares y restaurantes de la zona.



Figura 36. Plaza España (arriba) en el año 2007; (abajo) en el año 2016. Fuente: Google Earth.

### *6.1.7. Paseo de la Independencia*

El paseo de la Independencia es una de las principales vías de la ciudad que da acceso al Casco Histórico. Con un ancho total de 46 metros, 18 estaban destinados a la calzada. Contaba con 3 carriles por sentido de circulación de 3 metros cada uno y aceras de 14 metros a cada lado. No disponía de aparcamientos.



*Figura 37. Paseo de la Independencia (arriba) en el año 2007; (abajo) en el año 2016. Fuente: Google Earth.*

En la actualidad tan solo hay un carril por sentido de circulación, para dejar espacio al tranvía en ambos sentidos, manteniéndose la superficie peatonal. El número de pasos de cebra aumenta pasando de 6 a 9. Además, ahora hay árboles en los márgenes de la acera que sirven de separación natural entre viandantes y vehículos.



*Figura 38. Paseo de la Independencia en el año 2017. Fuente: Elaboración propia.*



Pese a que en este tramo no se ha incorporado un carril bici segregado o marcado, se contempla el uso de la calzada por bicicletas. En los semáforos existe un área pintada de espera exclusiva para bicis.

En este tramo el principal objetivo era la redistribución viaria, ya que los metros de acera eran ya suficientes y no hacía falta aumentarlos.

#### *6.1.8. Plaza Paraíso*

La plaza Paraíso es un nodo viario de gran importancia para la ciudad donde confluyen 5 paseos. Se trataba de una rotonda con cinco carriles de circulación, que presentaba grandes problemas de congestión. Pese a tratarse las calles que dan a la plaza de espacios con grandes aceras pensadas para el peatón, este quedaba excluido del espacio de la plaza. Era necesario bordear toda la rotonda para poder cambiar de una vía a otra.



*Figura 39. Plaza Paraíso (arriba) en el año 2007; (abajo) en el año 2016. Fuente: Google Earth..*

Ahora el tranvía cruza el centro de la plaza. Aprovechando esto, se incorporaron tres pasos de cebra que hacen la rotonda permeable para el viandante convirtiendo la transición entre paseos más fácil. Se ha añadido también un carril bici que va desde el paseo Gran Vía al paseo de la Independencia siguiendo el trazado del tranvía. Después de este tramo el tranvía vuelve a utilizar la catenaria como modo de alimentación.

La rotonda ha pasado de cinco carriles de circulación a tres ganando más espacio para el islote central que en lugar de tener forma circular actualmente es ovalado. Ha pasado de ser un lugar aislado por coches a una plazoleta con fuentes, bancos y flores.

Además, de igual modo que a lo largo del recorrido del tren ligero, es el tranvía el que cuenta con prioridad semafórica. Así se consigue la priorización del transporte público por railes al tráfico rodado. Esto es especialmente importante en esta zona ya que se deja en un segundo plano el tráfico de cinco de las principales vías en pro del transporte colectivo, cambiado la estructuración a la que se había acostumbrado la ciudad y apostando por un medio de transporte más sostenible.

Esta es una de los lugares que presentan una mayor pacificación dado que también era una de las que presentaba un mayor conflicto. La transformación de esta plaza es un claro ejemplo del cambio que se ha llevado en la ciudad.



Figura 40. Plaza Paraíso en el año 2017. Fuente: Elaboración propia.



### *6.1.9. Paseos de la Gran Vía y Fernando el Católico*

La configuración tanto del paseo de la Gran Vía como del paseo Fernando el Católico contaba con un boulevard central de 16 metros de ancho enmarcado por tres carriles de 3 metros cada uno por sentido de circulación, reservando uno para uso exclusivo de autobús y taxi, y aceras de 4 metros.

La acera central estaba protegida a lado y lado por arbustos de metro y medio y árboles. La vegetación en lugar de crear un espacio reconfortante oscurecía el boulevard provocando la sensación de espacio cerrado. Desde el paseo apenas era visible la calzada o las aceras de los márgenes de la calle.



*Figura 41. Paseo de la Gran Vía al paseo de Fernando el Católico (arriba) en el año 2007; (abajo) en el año 2016. Fuente: Google Earth.*

El boulevard se veía interrumpido en la unión de Gran Vía con Fernando el Católico. Con el fin de tener un tráfico fluido se dispuso una rotonda en el cruce. Pese a que esto favorecía a los vehículos los viandantes se encontraban con un obstáculo en el paseo. La única opción para cruzar era bordear la isleta central.

Cuando se cambió la sección para adecuarla al paso del tranvía se aprovechó para solucionar estos problemas. Se redujo de tres a un carril por sentido de circulación. Las vías y marquesinas se sitúan entre el boulevard y la calzada.

Se retiraron los arbustos pero se dejaron los árboles cada 5 metros. Esto ha conseguido que se recupere la permeabilidad visual en la acera central. El espacio es más luminoso y abierto ahora. También se construyeron parques infantiles a lo largo del paseo para fomentar la idea de que el boulevard es un lugar de destino, no solo de paso.

Se quitó la rotonda en el tramo conflictivo y se cambió por pasos de cebra. Ahora es posible recorrer todo el paseo sin necesidad de cambiar de acera.

Cuando se realizaron estos cambios se añadió también un tramo de carril bici que se une con el de plaza Paraíso hasta el final del paseo de Fernando el Católico.



*Figura 42. Paseo Fernando el Católico en el año 2017. Fuente: Elaboración propia.*

#### **6.1.10. Plaza San Francisco**

Situada entre dos tramos del paseo Fernando el Católico, la plaza San Francisco era un punto especialmente conflictivo en el paseo.

Pese a que contaba con paso de cebra para acceder al centro de la plaza desde el boulevard central, se repetía el esquema del paseo y la vegetación la dejaba oculta al resto de la plaza. Ubicada en el centro de la isla hay una escultura que muchos ciudadanos afirmaban no haber visto nunca ya que era imposible visualizarla desde los parques centrales.

Fue un requisito que el tranvía contara con una parada en esta plaza para poder modificarla en pro de los peatones, ya que cabe recordar que la llegada del tranvía no solo supuso un nuevo medio de transporte colectivo, sino también una oportunidad para mejorar la ciudad y corregir los problemas que esta pudiera presentar.



Se quitó el exceso de vegetación dejando los árboles en los márgenes de la isla, igual que se hizo en los paseos, dejando a la vista la escultura. Se añadieron dos pasos de cebra que cruzan la plaza transversalmente para mejorar el desplazamiento no motorizado en el entorno.

El tren ligero cruza el islote y tiene las paradas en mitad de la plaza. Eso sumado a los otros cambios ha favorecido la recuperación de este espacio como lugar de paso y plaza, abriéndolo a las plazoletas laterales que hay a otro lado de la calzada.



Figura 43. Plaza San Francisco (arriba) en el año 2007; (abajo) en el año 2016. Fuente: Google Earth.



Figura 44. Plaza San Francisco en el año 2017. Fuente: Elaboración propia.

### 6.1.11. Romareda

Considerado uno de los distritos con mejores equipamientos, Universidad lo componen los barrios de la Romareda y Universidad. Es un distrito consolidado y que apenas ha variado en los últimos años.



Figura 45. Paseo Isabel la Católica (arriba) en el año 2007; (abajo) en el año 2016. Fuente: Google Earth.

Tras dejar el barrio del Centro, el tranvía cruza la Romareda por el paseo Isabel la Católica. En el año 2009 esta vía era de tres carriles por sentido de la circulación más aparcamiento. Al contar con instalaciones sanitarias y deportivas era una calle muy transitada.

En este paseo se trazó el recorrido por el centro de la calzada, dejando una zona de césped como separación entre las vías de cada sentido. El espacio destinado al tranvía hizo que se suprimiera un carril de cada lado, dejando dos por sentido de circulación. También se utilizó esta remodelación para añadir pasos de viandantes y carril bici a lo largo de la vía.

La línea 1 cuenta con la parada de la Romareda en este paseo justo delante del hospital universitario Miguel Servet y el estadio de la Romareda. El tranvía es una herramienta que tiene como objetivo acercar la vida de diferentes barrios a toda la ciudad. Tener una parada tan cercana a equipamientos tan importantes supone una gran ventaja para los pasajeros. Se



puede ver así que el trazado del tranvía no es aleatorio, sino que está meditado para poder optimizar al máximo su recorrido.

#### 6.1.12. *Casablanca*

Antes de llegar al barrio de Valdespartera, el tren ligero pasa por el barrio de Casablanca, situado también en el distrito de Casablanca, al dejar la Romareda. Mediante la rotonda de Ciudad de Toulouse se pasa del paseo de Isabel la Católica a Vía Ibérica. Es un barrio con una estructura muy similar al de la Romareda.

En esta calle se siguió el mismo esquema que en el paseo de Isabel la Católica. Presentaba los mismos problemas y se resolvieron del mismo modo. De tres carriles por sentido de circulación se pasó a dos, se añadieron cruces para peatones y se ejecutó un carril bici.



*Figura 46. Parada de Casablanca en Vía Iberia en el año 2017 Fuente: Elaboración propia.*

#### 6.1.13. *Valdespartera*

El tranvía llega a su tramo final en Valdespartera. Con su nacimiento en 2007, este barrio ya se planificó contando con el paso del nuevo transporte público por sus calles. Esto significaría que, pese a la distancia del barrio al centro, estaría comunicado con la ciudad rápida y cómodamente.

Circula por el paseo de los Olvidados para dirigirse la zona centro del barrio. En sentido norte-sur recorre las calles los Pájaros y Cantando Bajo la Lluvia; en sentido sur-norte Un Americano en París y la Ventana Indiscreta. Ninguna de estas vías ha necesitado una modificación en la distribución de su sección. Esto es debido a que en el planteamiento ya se tuvieron en cuenta los raíles del tranvía.



Figura 47. Calle Cantando Bajo la Lluvia con un Americano en París (arriba) en el año 2007; (abajo) en el año 2016. Fuente: Google Earth.

Durante los últimos años puede verse como Valdespartera ha crecido y ha ido ocupando solares con viviendas o equipamientos. Es un barrio que destacara por sus parques y zonas verdes. Esta área es un ejemplo de cómo el tranvía es un impulsor urbanístico, y cómo ha permitido que un barrio crezca alrededor de un transporte público.



Figura 48. Solares al lado de la parada Mago de Oz en Valdespartera en el año 2017. Fuente: Elaboración propia.

## 6.2. Integración urbanística

Como pasa en la mayoría de ciudades, las diferencias entre los barrios de protección oficial, el casco histórico y los barrios habitados por personas con mayor renta presentan diferencias. Estas diferencias son visibles en fachadas, servicios y mobiliario entre otros.

La puesta en marcha del tren ligero supuso una oportunidad de coser algunas de estas diferencias en la ciudad. A lo largo de su recorrido se intentó homogeneizar los elementos que estaban a su alcance.

### 6.2.1. Pavimentación

El material de las aceras era uno de los elementos variables más visibles. Hasta 2008 podía verse zonas de Zaragoza con aceras de diferentes calidades. Mientras que en los barrios periféricos había conglomerados con bordillos de hormigón, los principales paseos gozaban de granito, es decir, un material de mejor calidad y mayor coste.



*Figura 49. Pavimentación de las paradas (arriba-izquierda) Avenida de la Academia; (arriba-derecha) Mago de Oz; (abajo) César Augusto. Fuente: Elaboración propia.*

Para dotar a la ciudad de mayor equidad, se cambió la pavimentación y se puso igual en los 18,8 kilómetros de recorrido del tranvía.

Como la pavimentación de la acera supone un mayor volumen de material y en caso de obras se dañaría, se eligió una baldosa sencilla para optimizar el presupuesto. Por el contrario, el bordillo es la parte más duradera de la acera se optó por granito. Este elemento de mayor calidad permite que los bordillos se mantengan aunque se realice una repavimentación.



Como puede verse en la figura 49 la elección de estos materiales se mantienen de punta a punta de la línea.

### *6.2.2. Marquesinas*

Otro de los retos que supuso el proyecto fue el diseño de unas marquesinas que se adaptasen a la ciudad y su clima, mejorando la calidad para los usuarios del tranvía. Para proteger a los pasajeros que esperan al transporte de la radiación solar y del viento se diseñaron y construyeron marquesinas únicas para la ciudad.

Tres paredes y un techo componen la estructura. El tejadillo no solo protege del sol y la lluvia, en la parte superior cuenta con plantas serum, las mismas que crecen entre las tejas y cubiertas. Estas plantas ayudan regular las temperaturas extremas en invierno y verano.

A lado y lado de las marquesinas hay dos grandes cajas de luz, que tienen en su interior todo el cableado necesario para el funcionamiento del tranvía. Integrando de esta forma los armarios eléctricos y de telecomunicaciones permiten tener un espacio más limpio y con menor impacto visual. Las cajas de luz son también las protagonistas del Festival Asalto que anima a los ciudadanos a diseñar posters que se expondrán durante unas semanas al lado de las marquesinas, haciéndolas de los habitantes de Zaragoza.

Este diseño único permite crear una marquesina identitaria de Zaragoza, que además puede verse a lo largo de la ciudad, uniendo los distintos barrios.

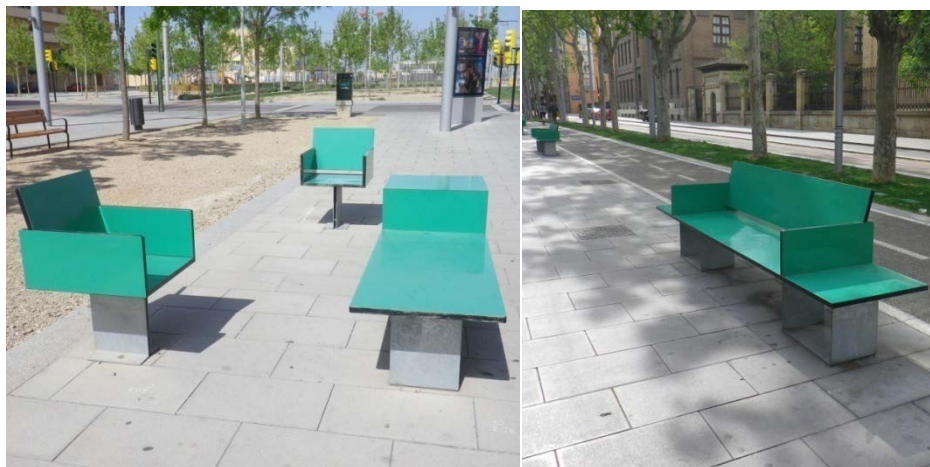


*Figura 50. Marquesina de la parada César Augusto. Fuente: Elaboración propia.*

### *6.2.3. Mobiliario*

Con las marquesinas también se diseñó un mobiliario acorde. En todas las paradas se encuentran bancos con una forma similar. Desde ACTUR-Rey Fernando hasta Valdespartera, los

asientos siguen el mismo patrón. No solo pueden encontrarse en las paradas, en paseos como el de Fernando el Católico pueden verse también integrados en el boulevard.



*Figura 51. Detalle mobiliario (derecha) calle Los Olvidados; (izquierda) paseo Gran Vía. Fuente: Elaboración propia.*

### 6.3. Carril bici

En el año 2007 el Ayuntamiento de Zaragoza acuerda la redacción del Plan Director de la Bicicleta. Aprobado el documento definitivo en mayo de 2010, este tenía como principales objetivos incentivar una movilidad más sostenible y fomentar el uso de la bicicleta diseñando una mayor red y facilitando el acceso a la misma.

Así mismo, en el año 2008 se ponía en marcha el sistema de bicicleta pública (BiZi) que reforzaba las ideas expuestas en el Plan Director de la Bicicleta. Con motivo de la Expo, las primeras estaciones se instalaron pensando en esta y extendiéndose por el resto de la ciudad después.

Como ya se ha ido comentando en los apartados anteriores, la puesta en marcha del tranvía también trajo el incremento de kilómetros de carril bici en la capital. La construcción del tranvía supuso una gran oportunidad para aumentar y mejorar el servicio. Las vías, al tratarse de una infraestructura longitudinal, permitieron la colocación de carriles bici a lo largo del trazado del tren ligero, pudiéndose beneficiar de la prioridad semafórica también. Se consiguió un servicio más seguro y eficiente.

En la tabla 11 se muestra una comparativa de kilómetros de carril bici en diferentes años. El objetivo es estudiar la variación de la longitud de la red y como se ha ido extendiendo con los diferentes proyectos que ha vivido la ciudad.

Se toma 2008 como año anterior al tranvía, 2011 como año de inauguración del tranvía y 2014 como año más reciente del que se tienen datos.

Año	Longitud carriles bici (kilómetros)
<b>2014</b>	<b>117</b>
<b>2011</b>	<b>103</b>
<b>2008</b>	<b>78</b>

Tabla 10. Longitud de los carriles bici en Zaragoza por años. Fuente: Servicio de Movilidad Urbana, Ayuntamiento de Zaragoza.

Puede verse como se aumenta el número de kilómetros durante el periodo estudiado. De los 117 kilómetros en 2014, 10 son paralelos al tranvía. Esto significa que prácticamente a lo largo de todo el trayecto del tren ligero (12,8 kilómetros) hay una red de carril bici que lo sigue.

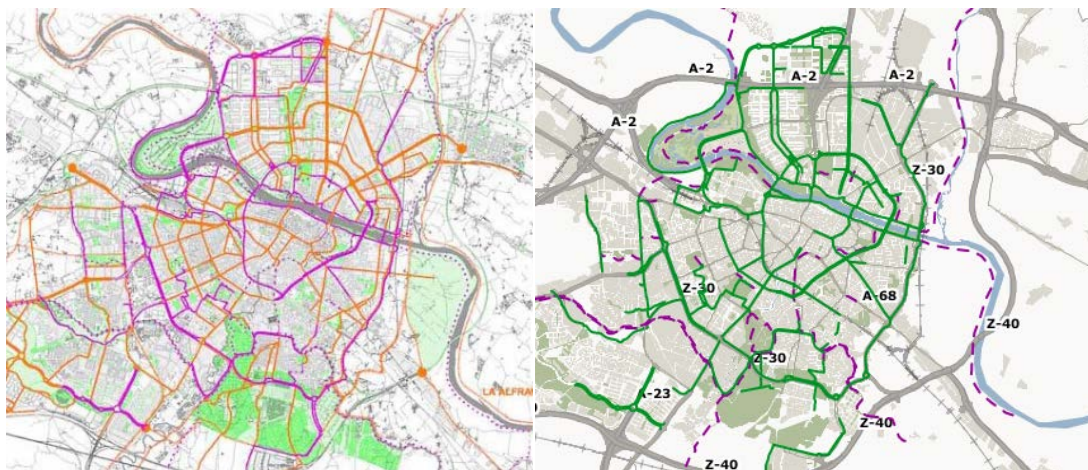


Figura 52. Red de carriles bici de la ciudad de Zaragoza (arriba) en rosa red existente, en naranja planeado en 2009; (abajo) existente en 2017. Fuente: Servicio de Movilidad Urbana, Ayuntamiento de Zaragoza.

1. Introducción y objetivos
2. Breve historia del tranvía
3. Situación ex-ante
4. El proyecto del tranvía
5. Impactos sociales
6. Impactos urbanísticos
- 7. Impactos sobre la movilidad**
8. Impactos ambientales
9. Conclusiones

## 7. Impactos sobre la movilidad

Del mismo modo que sucedió en la década de los 70 con la popularización del automóvil, la aparición de un nuevo método de transporte cambió la forma de concebir la movilidad con la reaparición del tranvía.

Como se ha visto en capítulos anteriores la población por barrios, las secciones de algunas vías y la forma de hacer urbanismo, son algunos de los ejemplos de los cambios por los que ha pasado la ciudad con el tren ligero.

En este capítulo se analiza uno de los puntos más conflictivos en la ciudad y que ocasionó la vuelta del tranvía a la ciudad, estudiando el tráfico y los autobuses en la ciudad.

### 7.1. Afectación al tráfico

El tráfico se modifica al implantarse el tranvía. Uno de los principales motivos de la variación del tránsito rodado es la modificación de calles y avenidas próximas al proyecto del tranvía que se han estudiado en un capítulo anterior. En este apartado se analiza cómo cambia la capacidad y la intensidad en la red viaria de Zaragoza.

#### 7.1.1. Capacidad

Se define capacidad como ratio máximo de vehículos por hora que pueden atravesar una sección uniforme de calzada durante un periodo de tiempo determinado y en unas condiciones de tráfico, calzada y control [15]. La reducción, o desaparición, del número de carriles a lo largo de las vías es el principal motivo de la reducción de la capacidad.

Aplicando una forma simplificada de la metodología del HCM (Highway Capacity Manual) se ha calculado la capacidad en las vías. Esta es la misma forma en que se calculó en el anteproyecto del tranvía. Se puede ver en la ecuación 1.

$$c = c_{cu} \times n \times f_v \times f_w \quad (1)$$

Dónde:

- $c$  es la capacidad
- $c_{cu}$  es la capacidad del carril urbano
- $n$  es el número de carriles
- $f_v$  es la fase verde horaria
- $f_w$  es el factor de ancho de carril



Se toma para la capacidad del carril urbano y la fase verde horaria los mismos valores que los utilizados en el anteproyecto del tranvía de la línea 1, siendo estos  $c_{cu} = 1375 \text{ veh/h}$  y  $f_v = 0,6$ .

Para calcular el factor ancho de carril se toma la ecuación 2.

$$f_w = 1 + \frac{w - 3,6}{9} \quad (2)$$

Dónde:

$w$  es el ancho del carril

Se considera, para simplificar los cálculos, que todos los carriles tienen un ancho de 3,6 metros, obteniendo así siempre un coeficiente de 1. De esta forma el resultado solo variará con el número de carriles.

Avenida/Calle	Situación antes del tranvía		Situación con tranvía	
	Carriles	Capacidad (veh/h)	Carriles	Capacidad (veh/h)
Majas de Goya	2	1.650	1	825
Luciano Gracia	2	1.650	2	1.650
Gómez Avellaneda - Carrefour	3	2.475	2	1.650
Gómez Avellaneda - Pablo Picasso	3	2.475	2	1.650
Gómez Avellaneda - Valle Broto	3	2.475	2	1.650
José Atarés	1	825	1	825
Puente Santiago	3	2.475	2	1.650
César Augusto - Murallas	1	825	0	0
César Augusto - Mercado Central	1	825	0	0
Coso - Plaza España	1	825	0	0
Independencia - Plaza Aragón	3	2.475	1	825
Gran Vía - Plaza Paraíso	2	1.650	1	825
Fernando El Católico	3	2.475	1	825
Isabel La Católica	3	2.475	2	1.650
Vía Ibérica	3	2.475	2	1.650
Paseo Los Olvidados	2	1.650	2	1.650
Los Pájaros y La Ventana Indiscreta	2	1.650	2	1.650

Tabla 11. Capacidades viarias sentido norte - sur. Fuente: Elaboración propia.

Avenida/Calle	Situación antes del tranvía		Situación con tranvía	
	Carriles	Capacidad (veh/h)	Carriles	Capacidad (veh/h)
Un Americano en P. y Cantando B. la LI.	2	1.650	2	1.650
Paseo Los Olvidados	2	1.650	2	1.650
Vía Ibérica	3	2.475	2	1.650
Isabel La Católica	3	2.475	2	1.650
Fernando El Católico	3	2.475	1	825
Gran Vía - Plaza Paraíso	2	1.650	1	825
Independencia - Plaza Aragón	3	2.475	1	825
Coso - Plaza España	2	1.650	0	0
César Augusto - Mercado Central	2	1.650	0	0
César Augusto - Murallas	3	2.475	0	0
Puente Santiago	3	2.475	1	825
José Atarés	3	2.475	2	1.650
Gómez Avellaneda - Valle Broto	3	2.475	2	1.650
Gómez Avellaneda - Pablo Picasso	3	2.475	2	1.650
Gómez Avellaneda - Carrefour	3	2.475	2	1.650
Luciano Gracia	2	1.650	2	1.650
Majas de Goya	2	1.650	1	825

Tabla 12. Capacidades viarias sentido sur - norte. Fuente: Elaboración propia.

Los resultados se han diferenciado en dos sentidos (los dos sentidos del trayecto del tranvía). En las tablas 12 y 13 pueden verse las capacidades viarias en la situación precedente al tranvía y en la actual.

Aquellas en las que no se modifica (Los Pájaros, la Ventana Indiscreta, un Americano en París, Cantando Bajo la Lluvia y Luciano Gracia) pertenecen a los barrios extremos de las líneas. Estas vías no tenían la necesidad de cambiar la sección puesto que ya se planificaron con el paso del tranvía en mente.

En lugares como paseo de la Independencia o el paseo Fernando El Católico se reducen un 66% su capacidad, pasando de 3 a 1 carril.

En calles como la avenida César Augusto y el Coso se produce una peatonalización de las calzadas, dando prioridad al peatón y eliminando el vehículo privado de ellas.

Se puede afirmar entonces que todas las vías que forman parte del recorrido del tranvía han sufrido una reducción de capacidad, excepto aquellas más actuales y que ya contaban con su trayecto.

#### *7.1.2. Intensidad Media Diaria (IMD)*

Se denomina intensidad al número de vehículos que atraviesa una determinada sección de la vía en una unidad de tiempo [15]. En este caso, se utilizará IMD (Intensidad Media Diaria) como parámetro para comparar el estado antes del tranvía y el actual de las calles de Zaragoza. Es decir, el número de vehículos que pasan por una sección durante un día.

La mayoría de datos están calculados mediante aforos móviles colocados durante 48 horas al año y el consecuente cálculo para el resto del año. Las IMD mostradas son de días laborables y no se han tenido en cuenta los meses de verano (julio y agosto), Navidades ni Semana Santa para que no alteren los resultados.

Se toman como años de referencia 2007 y 2014, para el antes y el después del tranvía, respectivamente. En algunos tramos, como Parque Goya, Valdespartera y Vía Ibérica, se ha tenido que utilizar datos de 2008, 2009 o 2010 por falta de datos anteriores.

Se estudian las calles que atraviesan el tranvía (en los dos sentidos del recorrido), las perpendiculares y las paralelas más próximas. De esta forma se puede analizar si realmente se ha reducido la circulación de vehículos o simplemente se ha desplazado a calles adyacentes tomando un trayecto alternativo.

Trazado Tranvía Norte - Sur					
Av / Calle	De	A	IMD 2007	IMD 2014	% Variación
Majas de Goya	Academia G. Militar	Crta. Huesca	4.602	1.543	-66,47%
	Crta. Huesca	Rafael Esteve	3.614	2.121	-41,31%
Luciano Gracia	Vial Norte	Mariano Esquillor	4.659	4.925	5,71%
	María de Luna	Miguel Luesma	7.551	4.453	-41,03%
Gertrudis Gómez Avellaneda	J. Cortazar	P.R.Picasso	20.712	12.672	-38,82%
	P.R.Picasso	C.Campoamor	21.679	14.667	-32,34%
	M.Pineda	Valle Broto	262.563	15.282	-94,18%
	Valle Broto	Ortilla	15.111	10.790	-28,60%
Av. José Atarés	M.Zambrano	Av. Pirineos	7.580	4.928	-34,99%
Puente Santiago	Av. Pirineos	P. Echegaray	16.242	10.649	-34,44%
Av. Cesar Augusto	P.Echegaray	Aben Aire	6.086	0	-100,00%
Paseo Independencia	Pza.España	Cinco Marzo	10.653	6.437	-39,58%
Pza.Aragón	Independencia	Paraíso	6.250	5.008	-19,87%
Gran Vía	M.Royo	Domenech	14.848	6.567	-55,77%
	Alferez Provisional	Goya	14.592	5.599	-61,63%
Fernando Católico	Goya	B.Mariano	20.822	6.915	-66,79%
	B.Mariano	S.Juan de la Cruz	18.885	5.421	-71,29%
	S-Francisco	A.G.Soler	16.280	6.770	-58,42%
	L.Vives	Carlos V	34.541	14.306	-58,58%
Isabel La Católica	Carlos V	L.Bermejo	26.069	13.833	-46,94%
Vía Ibérica	Hispanidad	Escuela	20.784	10.328	-50,31%
	Argualas	Gómez Laguna	12.519	9.658	-22,85%
<b>Total</b>			<b>330.717</b>	<b>172.872</b>	<b>-47,73%</b>

Tabla 13. IMD en vías que siguen el trazado del tranvía norte – sur. Fuente: Elaboración propia partir de datos de Ortego-Bielsa, A et al., 2015

Trazado Tranvía Sur - Norte					
Av / Calle	De	A	IMD 2007	IMD 2014	% Variación
Vía Ibérica	Gómez Laguna	Argualas	10.232	11.557	12,95%
	Escuela	Hispanidad	21.163	13.755	-35,00%
Isabel La Católica	L.Bermejo	Carlos V	24.612	13.924	-43,43%
Fernando Católico	Carlos V	L.Vives	15.273	7.055	-53,81%
	A.G.Soler	S.Francisco	16.860	7.125	-57,74%
	S.Juan de la Cruz	B.Mariniao	22.341	4.410	-80,26%
	B.Mariano	Goya	18.351	5.933	-67,67%
Gran vía	Goya	Alferez Provisional	14.454	5.133	-64,49%
	Domenech	M.Royo	13.839	5.644	-59,22%
Plaza Aragón	Paraíso	Independencia	16.603	6.932	-58,25%
P.Independencia	Cinco Marzo	Pza.España	13.713	5.002	-63,52%
Coso	Pza.España	Alfonso I	14.168	0	-100,00%
	Valenzuela	C.Agustino	15.938	1.961	-87,70%
Av.Cesar Augusto	Aben Aire	P.Echegaray	24.166	0	-100,00%
Puente Santiago	P.Echegaray	Av.Pirineos	19.828	3.078	-84,48%
Av. José Atarés	Av.Pirineos	M.Zambrano	11.370	7.884	-30,66%
María Zambrano	M.Mayayo	Valle Broto	20.317	10.828	-46,70%
	Valle Broto	N.Guillén	30.637	17.326	-43,45%
	P.Neruda	P.R.Picasso	20.828	10.819	-48,06%
	P.R.Picasso	A.Aznar	23.787	16.972	-28,65%
Luciano Gracia	Miguel Luesma	María de Luna	6.674	4.154	-37,76%
	Mariano Esquillor	Vial Norte	5.271	5.313	0,80%
Majas de Goya	Rafael Esteve	Crta.Huesca	5.645	2.584	-54,22%
	Ctra.Huesca	Academia .Militar	3.543	2.619	-26,08%
<b>Total</b>			<b>389.613</b>	<b>170.038</b>	<b>-56,36%</b>

Tabla 14. IMD en vías que siguen el trazado del tranvía sur - norte. Fuente: Elaboración propia partir de datos de Ortego-Bielsa, A et al., 2015

A lo largo del trazado del tranvía se puede ver una clara disminución del tráfico de vehículos. De las 46 vías estudiadas tan solo 3 aumentaron la IMD. En total se ha reducido la intensidad un 47,73% en sentido norte–sur y un 56,36% en sentido sur–norte.

Las vías que no han reducido su IMD, pertenecen a barrios de nueva construcción. El aumento del tráfico que reciben puede ser debido al gran crecimiento de la población en los mismos.

Las mayores reducciones de IMD se producen (sin contar con El Coso o César Augusto que son totalmente peatonalizadas) en Fernando El Católico y Puente de Santiago en ambos sentidos.

Calles perpendiculares al trazado del tranvía					
Av / Calle	De	A	IMD 2007	IMD 2014	% Variación
<b>Luis Legaz</b>	G.Avellaneda	Octavio Paz	4.620	3.358	-27,32%
<b>Adolfo Aznar</b>	Beltrán	M.Zambrano	2.926	2.926	0,00%
	M.Zambrano	Beltrán	6.756	6.855	1,47%
<b>Pablo Ruiz Picasso</b>	E.P.Bazán	G.Avellaneda	15.943	13.584	-14,80%
	G.Avellaneda	E.P.Bazán	13.082	11.457	-12,42%
	A.Saura	M.Zambrano	16.636	15.053	-9,52%
	M.Zambrano	A.Saura	13.065	12.741	-2,48%
<b>Clara Campoamor</b>	G.Avellaneda	Z.Sotomayor	5.780	4.199	-27,35%
	Z.Sotomayor	G.Avellaneda	4.971	2.262	-54,50%
<b>Pablo Neruda</b>	R.Alberti	M.Zambrano	4.668	4.001	-14,29%
	M.Zambrano	R.Alberti	5.817	4.611	-20,73%
<b>Valle Broto</b>	José Atarés	G.Avellaneda	19.905	20.682	3,90%
	G.Avellaneda	José Atarés	32.582	23.563	-27,68%
	Av.Pirineos	M.Zambrano	26.046	22.239	-14,62%
	M.Zambrano	Av.Pirineos	26.870	16.755	-37,64%
<b>Av. Pirineos</b>	Valle Broto	José Atarés	17.182	9.071	-47,21%
	José Atarés	Valle Broto	14.052	6.760	-51,89%
<b>Paseo Echegaray</b>	Pstigo del Ebro	R.Celma	7.010	5.044	-28,05%
	R.Celma	Postigo del Ebro	10.592	12.653	19,46%
	Saludaba	F.Jardiel	23.577	19.143	-18,81%
<b>Conde Aranda</b>	Martín	César Augusto	2.339	0	-100,00%
	César Augusto	Martín	7.398	7.984	7,92%
<b>Cesar Augusto</b>	T.Peromarta	R.Pignatelli	15.405	5.912	-61,62%
	R.Pignatelli	T.Peromata	10.069	4.646	-53,86%
<b>Coso</b>	J.Blancas	J.Amar y Borbón	13.632	4.298	-68,47%
	J.Amar y Borbón	J.Blancas	8.884	5.770	-35,05%
<b>P. María Agustín</b>	Jesús Muro	José A. Clave	30.698	19.513	-36,44%
	José A. Clave	Jesús Muro	16.260	15.633	-3,86%
<b>Paseo Pamplona</b>	Doctor Cerrada	Paraíso	31.100	19.844	-36,19%
	Paraíso	Doctor Cerrada	24.674	19.341	-21,61%
<b>Paseo Constitución</b>	A.Yarza	Paraíso	19.034	13.600	-28,55%
	Paraíso	A.Yarza	15.525	13.619	-12,28%
<b>Paseo Sagasta</b>	León XIII	Paraíso	9.359	9.419	0,64%
	Paraíso	León XIII	13.548	13.897	2,58%
<b>Av. Goya</b>	Perpetuo Socorro	Domenech	15.223	11.320	-25,64%
	Domenech	Perpetuo Socorro	14.003	11.748	-16,10%
	B.Gración	Fernando Católico	13.845	12.835	-7,30%
	Fernando Católico	B.Garcián	18.338	13.952	-23,92%
<b>Bretón</b>	Fernando Católico	B.Garcián	16.055	14.301	-10,92%
<b>Mariano Barbasán</b>	F.Latassa	Santa Teresa	15.828	12.635	-20,17%
<b>Corona de Aragón</b>	P.Cerbuna	E.Ibarra	18.063	16.620	-7,99%
<b>Juan de la Cruz</b>	F.Latassa	Santa Teresa	16.599	17.365	4,61%
<b>Violante Hungría</b>	P.Cerbuna	E.Ibarra	11.393	4.471	-60,76%
	E.Ibarra	P.Cerbuna	5.306	13.617	156,63%
<b>Vía Hispanidad</b>	Isabel Católica	Asín y Palacios	18.391	17.483	-4,94%
	Asín y Palacios	Isabel Católica	20.485	14.883	-27,35%
<b>Ronda Hispanidad</b>	F.J.Garcés	Vía Ibérica	17.090	14.983	-12,33%
	Vía Ibérica	F.J.Garcés	19.223	16.660	-13,33%
<b>Gómez Laguna</b>	Belle Epoue	Vía Ibérica	8.368	5.362	-35,92%
	Vía Ibérica	Belle Epoue	73830	4.124	-94,41%
<b>Total</b>			<b>749.695</b>	<b>593.044</b>	<b>-20,90%</b>

Tabla 15. IMD en vías que perpendiculares al trazado del tranvía. Fuente: Elaboración propia. Datos: Ortego-Bielsa, A et al., 2015.

Es especialmente revelador que todas las calles pertenecientes al distrito de Centro y Casco Histórico han reducido su IMD más de un 50%.

De las 50 vías estudiadas tan solo 8 han aumentado su IMD, mostrando así también un efecto generalizado de disminución del tráfico.

En la calle Violante de Hungría (Eduardo Ibarra y Pedro Cerbuna) se ha obtenido un aumento extrañamente elevado. Este valor podría deberse a la construcción de un parking en Eduardo Ibarra.

Las mayores reducciones se muestran en Gómez Laguna y el Coso. La reducción de Gómez Laguna se debe a que en 2007 muchas de las calles que ahora dan acceso al barrio de Valdespartera estaban en construcción, y hacían de esta vía el único acceso. El principal motivo de la reducción de tráfico en el Coso se debe a la peatonalización llevada a cabo en el otro tramo de la calle, cortando la conexión que tenía con plaza España.

En total se ha reducido un 20,90% la intensidad media diaria de las vías perpendiculares al trazado del tranvía.

Calles paralelas al trazado del tranvía					
Av / Calle	De	A	IMD 2007	IMD 2014	% Variación
José Atarés	L.L.Lacamba	P.R.Picasso	9.985	9.530	-4,56%
	P.R.Picasso	L.L.Lacamba	8.923	10.356	16,06%
	P.R.Picasso	C.Campoamor	4.673	5.900	26,26%
	C.Campoamor	P.R.Picasso	7.269	8.158	12,23%
Pirineos	P.R.Picasso	Valle Broto	29.999	20.655	-31,15%
	Valle Broto	P.R.Picasso	23.683	20.581	-13,10%
Pte. De la Almozara	Pza.Europa	José Atarés	28.256	23.404	-17,17%
	José Atarés	Pza.Europa	39.648	28.729	-27,54%
P.María Agustín	C.Aranda	B.Boggiero	25.471	28.154	10,53%
	B.Boggiero	C.Aranda	31.082	18.374	-40,89%
	J.M.Sevilla	Anselmo Clave	30.698	19.513	-36,44%
	Anselmo Clave	J.M.Sevilla	16.260	15.633	-3,86%
Paseo Teruel	Princesa	Av.Goya	14.474	11.783	-18,59%
Hernan Cortés	F.Pizarro	P.Pamplona	12.647	9.359	-26,00%
Av.Valencia	F.Escoriaza	Lérida	18.215	16.139	-11,40%
	J.García	F.López	18.539	21.301	14,90%
San Juan Bosco	P.López	Corona de Aragón	17.000	13.407	-21,14%
	Corona de Aragón	P.López	22.391	19.692	-12,05%
Gómez Laguna	J.Carlos Borbón	V.Universitas	18.782	18.549	-1,24%
	V.Universitas	J.Carlos Borbón	23.963	24.008	0,19%
<b>Total</b>			<b>400.958</b>	<b>343.225</b>	<b>-14,40%</b>

Tabla 16. IMD en vías paralelas al trazado del tranvía sur - norte. Fuente: Elaboración propia. Datos: Ortego-Bielsa, A et al., 2015.

En las vías paralelas a las calles que siguen el trazado del tranvía tan solo 6 de 20 han sufrido un aumento de la IMD.

El mayor aumento se da en la avenida José Atarés, donde en las 3 de las 4 zonas estudiadas aumenta su IMD. Esto se debe a que esta vía no ha sufrido modificación de su capacidad y ha

absorbido parte del tráfico de Gómez Avellaneda y María Zambrano. Las zonas con mayor reducción de intensidad son el paseo María Agustín y avenida Pirineos.

La reducción total del tráfico es del 14,40%, es una global menor que en los otros conjuntos de vías. Aún así la disminución general, sobretudo en las calles del centro, muestran una bajada general de vehículos rodados en la ciudad.

Después de haber estudiado las diferentes vías que guardan relación con el trazado del tranvía, se ha comprobado que en todos los casos la IMD se reduce. Uno de los posibles causantes de esta disminución del tráfico podría ser la crisis económica. Para poder afirmar que el tranvía ha sido el que ha ocasionado esta reducción, a los resultados se les aplica una reducción de un 7%, que sería la reducción debida a la crisis económica [16]. Se obtiene un 44,07% en las vías del trazado norte-sur, un 53,30% en las vías del trazado sur-norte, un 15,36% en las vías perpendiculares al trazado del tranvía y un 8,41% en las vías paralelas al trazado del tranvía. En todos los casos sigue presentandose una disminución de la IMD.

Así podemos afirmar que el tranvía ha supuesto una reducción del tráfico rodado en el entorno de su trazado. Este efecto también se ha experimentado en el resto de la ciudad, con un descenso en la IMD global, pasando de 2.159.142 veh/día en 2009 a 1.853.720 veh/día en 2013 [5]. Estos valores suponen una reducción del 14,15% (un 7,68% si tenemos en cuenta el efecto de la crisis económica).

### *7.1.3. Ratio intensidad/capacidad*

Conocida la intensidad y la capacidad de las vías, se puede conocer su ocupación y congestión. Para ello se calcula el ratio intensidad/capacidad de las calles afectadas por el tranvía. Con los resultados obtenidos anteriormente de capacidad en las tablas 12 y 13, y de IMD en las tablas 14 y 15, se calcula el índice en la tabla 18.

Dado que la capacidad es horaria y la IMD diaria, dividiremos la intensidad de las tablas por el número de horas durante las que hay tráfico en la ciudad. Como la mayoría del tráfico se concentra entre las 7:00h y las 23:00h, se ha optado por dividir entre 16 para obtener la IMH.

De las 44 zonas estudiadas, tan solo 13 han aumentado su ratio intensidad/capacidad y 2 han mantenido el mismo ratio. De las 13 que han incrementado el ratio, la mayoría ha sido un crecimiento insignificante y continúan con I/C muy inferiores a otras, como es el caso de Majas de Goya o Gertrúdis Gómez de Avellaneda.

Los lugares donde el incremento es más preocupante es paseo de la Independencia y Vía Ibérica. El tramo de paseo de la Independencia que tiene la subida del 81,48% se debe a que paseo

Independencia debe absorber ahora el tráfico que antes también podía aboserver la calle Coso (ahora peatonal).

Av / Calle	De	A	I/C 2007	I/C 2014	Variación (%)
Majas de Goya	R.Esteve	Crta.Huesca	0,21	0,2	-4,76
	Ctra.Huesca	R.Esteve	0,14	0,16	14,29
	Crta.Huesca	A.G.Militar	0,13	0,2	53,85
	A.G.Militar	Crta.Huesca	0,17	0,12	-29,41
Luciano Gracia	M.Esquillor	Vial Norte	0,2	0,2	0,00
	Vial Norte	M.Esquillor	0,18	0,19	5,56
	M.de Luna	M.Luesma	0,29	0,17	-41,38
	M.Luesma	M. de Luna	0,25	0,16	-36,00
G.G. Avellaneda	J.Cortazar	P.R.Picasso	0,52	0,48	-7,69
	P.R.Picasso	C.Campoamor	0,55	0,56	1,82
	M.Pineda	Valle Broto	0,67	0,58	-13,43
	Valle Broto	Ortilla	0,38	0,41	7,89
María Zambrano	P.R.Picasso	A.Aznar	0,6	0,64	6,67
	P.Neruda	P.R.Picasso	0,53	0,41	-22,64
	Valle Broto	N.Guillén	0,77	0,66	-14,29
	M.Mayayo	Valle Broto	0,51	0,41	-19,61
José Atarés	M.Zambrano	Pirineos	0,57	0,37	-35,09
	Pirineos	M.Zambrano	0,29	0,2	-31,03
Puente Santiago	Pirineos	Echegaray	0,41	0,4	-2,44
	Echegaray	Pirineos	0,5	0,23	-54,00
Cesar Augusto	Aben Aire	Echegaray	0,92	0	-100,00
	Echegaray	Aben Aire	0,46	0	-100,00
Coso	Valenzuela	C.Augusto	0,6	0,15	-75,00
	Pza.España	Alfonso I	0,54	0	-100,00
Independencia	Pza.España	Cinco Marzo	0,27	0,49	81,48
	Cinco Marzo	Pza.España	0,35	0,38	8,57
Gran Vía	M.Royo	Domenech	0,56	0,5	-10,71
	Domenech	M.Royo	0,52	0,43	-17,31
	Alfárez P.	Goya	0,55	0,42	-23,64
	Goya	Alfárez P.	0,55	0,39	-29,09
F.Católico	Goya	B.Mariano	0,53	0,52	-1,89
	B.Mariano	Goya	0,46	0,45	-2,17
	B.Mariano	S.J.de la Cruz	0,48	0,41	-14,58
	S.J.de la Cruz	B.Mariano	0,56	0,33	-41,07
	S.Francisco	A.G.Soler	0,41	0,51	24,39
	A.G.Soler	S.Francisco	0,43	0,24	-44,19
	L.Vives	Carlos V	0,87	1,08	24,14
	Carlos V	L.Vives	0,39	0,53	35,90
I.Católica	Carlos v	L.Bermejo	0,7	0,57	-18,57
	L.Bermejo	Carlos V	0,66	0,57	-13,64
Vía Ibérica	Hispanidad	Escuela	0,6	0,45	-25,00
	Escuela	Hispanidad	0,59	0,59	0,00
	Argualas	G.Laguna	0,36	0,43	19,44
	G.Laguna	Argualas	0,29	0,5	72,41
Total			0,51	0,41	-19,61

Tabla 17. Comparación del ratio intensidad/capacidad en las calles afectadas por el trazado del tranvía. Fuente: Elaboración propia.

Aunque el crecimiento no sea muy elevando, en el tramo entre Luis Vives y Emperador Carlos V del paseo Fernando el Catóilco el ratio I/C en 2014 supera la unidad. En estre punto se une el paseo Fernando el Católico con el paseo Isabel la Católica y donde antes había una rotonda, ahora el tranvía y el peatón tienen prioridad. Este puede ser el motivo del ratio tan elevado.

Las calles que presentan una bajada más significativa en su ratio, dejando de lado las que se han peatonalizado (El Coso y Avenida César Augusto) son Gran Vía y el paseo Isabel la Católica. Ambos reducen el ratio I/C en todos sus tramos.

La media del ratio intensidad/capacidad de las zonas estudiadas en 2007 fue de 0,51 mientras que en 2014 se redujo hasta el 0,41. Se puede observar que no solo se ha reducido la capacidad de las vías, sino también ha bajado su ocupación.

Mientras que la capacidad es una condición física que se ha impuesto, en la reducción del ratio I/C entra el factor humano. Estos resultados demuestran que ha habido un cambio de mentalidad en los conductores y se ha logrado la disuasión buscada.

Esta disminución del tráfico es especialmente significativa en las calles de la zona centro, donde había mayor congestión. Se prueba entonces que el tranvía ha cumplido su función.

## 7.2. Afectación al bus urbano

El autobús pierde importancia con la llegada del nuevo medio de transporte colectivo. El tranvía hace sombra al que fue el principal transporte público de la ciudad desde los años 60. Es importante saber hasta qué punto su red se ha visto afectada.

Desde el año 2009 el número de usuarios se ha ido reduciendo. De 120.340.863 usuarios en 2009, se ha pasado a 91.413.241 en el año 2013 [11]. Esto supone un descenso del 24% de los pasajeros. Pero no puede atribuirse toda la bajada de usuarios a la implantación del tren ligero. No todas las líneas han sido afectadas por el trazado del tranvía, así que solo se estudiarán aquellas que han sufrido un efecto directo. Como en el caso del vehículo privado, el efecto de la crisis económica también debe tenerse en cuenta, suponiendo una reducción del 8,2% de usuarios del transporte público [17].

Para estudiar cómo ha variado, se estudiará los kilómetros recorridos por cada línea, las IPK (Índice de Pasajeros por Kilómetro), número de usuarios y longitudes de cada línea antes y después de la llegada del tranvía.

### 7.2.1. Kilómetros recorridos

Seleccionadas las líneas de estudio, se comparan los kilómetros recorridos por cada una en febrero de 2009 y en febrero de 2014. Se toma 2009 como año previo a las obras y 2014 como posterior a la implantación del tranvía ya que ya se habían llevado a cabo las modificaciones sobre el recorrido de los autobuses urbanos de la ciudad.



Líneas	Kilómetros 2009	Kilómetros 2014	% Variación
<b>20</b>	63.137	0	-100,00%
<b>23</b>	82.002	72.883	-11,12%
<b>30</b>	67.974	19.800	-70,87%
<b>40</b>	73.576	30.527	-58,51%
<b>43</b>	9.541	6.600	-30,82%
<b>44</b>	42.734	44.381	3,85%
<b>45</b>	38.185	0	-100,00%
<b>54</b>	0	17.241	100,00%
<b>55</b>	0	17.824	100,00%
<b>56</b>	0	10.310	100,00%
<b>57</b>	0	16.589	100,00%
<b>58</b>	0	6.664	100,00%
<b>59</b>	0	8.392	100,00%
<b>141</b>	39.513	0	-100,00%
<b>C2</b>	16.787	0	-100,00%
<b>C3</b>	19.498	0	-100,00%
<b>C5</b>	6.176	0	-100,00%
<b>Total</b>	<b>459.123</b>	<b>251.211</b>	<b>-45,28%</b>

Tabla 18. Comparativa de kilómetros recorridos por las líneas afectadas por la implantación del tranvía. Fuente: Elaboración propia partir de datos del Servicio de movilidad urbana, Ayuntamiento de Zaragoza.

Del total de líneas estudiadas, 6 has sido suprimidas y 5 son nuevas tras la llegada de la línea 1. Los autobuses cancelados se deben a que seguían un trazado idéntico al del tranvía. El resto de recorridos se han visto reducidos, en mayor o menor medida, excepto la línea 44. Esto es porque une la estación de Miraflores con el Campus Río Ebro y se desvió hacia María Zambrano en lugar de hacia Pablo Iglesias.

En total se ha reducido un 45,28% el número de kilómetros que recorren los autobuses urbanos que siguen el trazado del tranvía.

### 7.2.2. Usuarios

Utilizando los datos de las mismas fechas que el apartado anterior, se procede a estudiar la variación de usuarios en las líneas de autobús urbano afectadas por la implantación del tranvía. Se usan los usuarios medios del mes de febrero en 2009 y 2014.

Sin tener en cuenta las nuevas líneas ni las canceladas, todas han sufrido una disminución de pasajeros de entre un 16% y un 78%. La variación total de usuarios entre 2009 y 2014 es de un 70%.

Como se ha comentado antes, también debe tenerse en cuenta el efecto de la crisis económica, que es responsable de una reducción del 8,2% del volumen de pasajeros. Considerando esta disminución, seguimos obteniendo una bajada de un 67,5% de la que ha sido responsable el tranvía.

Del total de líneas de la red de autobuses, desde el 2009 hasta el 2014, se han perdido 28.927.527 viajeros, de los cuales el tranvía es responsable del 55,63% de los mismos.

Líneas	Usuarios 2009	Usuarios 2014	% Variación
<b>20</b>	518.553	0	-100,00%
<b>23</b>	763.798	406.644	-46,76%
<b>30</b>	691.901	149.058	-78,46%
<b>40</b>	667.813	163.795	-75,47%
<b>43</b>	37.003	11.770	-68,19%
<b>44</b>	166.109	139.540	-15,99%
<b>45</b>	126.573	0	-100,00%
<b>54</b>	0	28.914	100,00%
<b>55</b>	0	19.268	100,00%
<b>56</b>	0	6.442	100,00%
<b>57</b>	0	11.997	100,00%
<b>58</b>	0	7.353	100,00%
<b>59</b>	0	8.476	100,00%
<b>141</b>	90.980	0	-100,00%
<b>C2</b>	33.001	0	-100,00%
<b>C3</b>	73.793	0	-100,00%
<b>C5</b>	6.600	0	-100,00%
<b>Total</b>	<b>3.176.124</b>	<b>953.257</b>	<b>-69,99%</b>

Tabla 19. Comparativa de usuarios en las líneas afectadas por la implantación del tranvía. Fuente: Elaboración propia partir de datos del Servicio de movilidad urbana, Ayuntamiento de Zaragoza.

Líneas	IPK 2009	IPK2014	% Variación
<b>20</b>	8,21	0	-100
<b>23</b>	9,31	5,58	-40,06
<b>30</b>	10,18	7,53	-26,03
<b>40</b>	9,08	5,37	-40,86
<b>43</b>	3,88	1,78	-54,12
<b>44</b>	3,89	3,14	-19,28
<b>45</b>	3,31	0	-100,00
<b>54</b>	0	5,58	100,00
<b>55</b>	0	7,53	100,00
<b>56</b>	0	5,37	100,00
<b>57</b>	0	1,78	100,00
<b>58</b>	0	3,14	100,00
<b>59</b>	0	1,03	100,00
<b>141</b>	2,3	0	-100,00
<b>C2</b>	1,97	0	-100,00
<b>C3</b>	3,78	0	-100,00
<b>C5</b>	1,07	0	-100,00
<b>Total</b>	<b>6,92</b>	<b>3,79</b>	<b>-45,23</b>

Tabla 20. Comparativa de IPK en las líneas afectadas por la implantación del tranvía. Fuente: Elaboración propia partir de datos del Servicio de movilidad urbana, Ayuntamiento de Zaragoza.

### 7.2.3. Índice de Pasajeros por Kilómetro (IPK)

Para tener una visión clara de la eficiencia de cada línea de autobús urbano se calcula el IPK. Se medirá sobre las líneas afectadas por el trazado del tranvía entre el año 2009 y el año 2014 en la tabla 21.

Exceptuando las líneas que han desaparecido y las nuevas, todos los recorridos han sufrido una bajada de IPK. Esto se refleja como trayectos menos rentables. Es fácil entender que en recorridos de autobús con similares al de la línea 1, muchos usuarios han preferido hacer el cambio al tranvía.

### 7.2.4. Comparativa autobús – tranvía.

Para poder hacer un mejor análisis de los resultados obtenidos en el capítulo anterior, se comparan estos con los datos del tranvía: kilómetros recorridos, usuarios e índice de pasajeros por kilómetro. En la tabla 22 puede verse la comparativa de estos valores en el año 2014.

	Kilómetros	Usuarios	IPK
<b>Autobús</b>	17.860.895	88.161.462	4,94
<b>Tranvía</b>	1.225.036	26.869.683	21,93

Tabla 21. Comparativa de kilómetros, usuarios y IPK entre autobús y tranvía en el año 2014. Fuente: Elaboración propia partir de datos del Servicio de movilidad urbana, Ayuntamiento de Zaragoza.

Puede verse, que pese a recorrer un menor número de kilómetros y contar con menos usuarios, el IPK es 4,44 veces superior en el caso del tranvía que en el del autobús urbano.

Ya se había visto que el tranvía tiene una velocidad comercial alrededor de un 25% mayor que el autobús que demostraba una mayor eficiencia, con este nuevo dato se muestra la rentabilidad económica de este método de transporte público de gran capacidad.

## 7.3. Bicicleta

Desde el año 2006 hasta la actualidad, la bicicleta ha ido ganando protagonismo en la ciudad. Para fomentar su uso, y aumentar la cuota modal de este transporte, el Ayuntamiento de Zaragoza puso en marcha diversas actuaciones. Entre ellas se encuentran la implantación del BiZi o el aumento de los carriles bici en la ciudad. Estas medidas ayudaron a establecer la bicicleta como medio de transporte alternativo y sostenible.

Pero en 2013 el número de usuarios en el sistema de BiZi empezó a descender. El motivo fue la sentencia del Tribunal Superior de Justicia de Aragón que prohibió la circulación de las bicis en las aceras en ese año.

De unos 37.500 usuarios en el año 2013, se pasó a 35.50 en el año 2015 hasta los 25.600 de la actualidad [18]. Aun así, parece que en este último trimestre se ha empezado a estabilizar de nuevo el número de subscripciones.

Con la inauguración del tramo de carril bici en el paseo Sagasta en agosto de 2017 se muestra la voluntad del Ayuntamiento de promover este medio de transporte. Pese a tratarse de una vía con gran volumen de tráfico se ha suprimido un carril para cederlo a la bicicleta.

Se espera que en los próximos años, con el aumento de kilómetros de carril bici y estaciones de BiZi, la cuota modal de este vehículo aumente año tras año.

1. Introducción y objetivos
2. Breve historia del tranvía
3. Situación ex-ante
4. El proyecto del tranvía
5. Impactos sociales
6. Impactos urbanísticos
7. Impactos sobre la movilidad
- 8. Impactos ambientales**
9. Conclusiones

## 8. Impactos ambientales

Se ha podido ver en los capítulos anteriores las repercusiones que ha tenido el tranvía en la capital aragonesa. Desde la distribución de la población a el uso del vehículo privado.

El objetivo de este capítulo es comprobar si los cambios que se han llevado a cabo en la ciudad han tenido una repercusión en el medio-ambiente de Zaragoza.

### 8.1. Calidad del aire

Una de las repercusiones que ha tenido el tranvía es la reducción del tráfico rodado en la ciudad. Esto conlleva una disminución de la emisión de partículas contaminantes y por lo tanto una mejora en la calidad del aire.

Estación	2009 (mg/m <sup>3</sup> )	2013 (mg/m <sup>3</sup> )	% Variación
El Picarral	0,27	0,24	-11,67
Las Fuentes	0,24	0,21	-12,92
Renovales	0,24	0,21	-12,55
Roger de Flor	0,33	0,24	-26,23
Jaime Ferran	0,19	0,16	-18,19
Centro	0,29	0,23	-21,84
Media	<b>0,26</b>	<b>0,21</b>	<b>-17,73</b>

Tabla 22. Evolución de las partículas de CO (mg/m<sup>3</sup>) causados por la movilidad. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Ortego-Bielsa, A et al., 2015.

Estación	2009 (µg/m <sup>3</sup> )	2013 (µg/m <sup>3</sup> )	% Variación
El Picarral	31,22	28,27	-9,45
Las Fuentes	29,44	25,11	-14,71
Renovales	25,43	21,12	-16,95
Roger de Flor	30,61	29,90	-2,31
Jaime Ferran	24,09	23,35	-3,09
Centro	36,55	33,93	-7,16
Media	<b>29,56</b>	<b>26,65</b>	<b>8,83</b>

Tabla 23. Evolución de las partículas de NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) causados por la movilidad. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Ortego-Bielsa, A et al., 2015.

Estación	2009 (µg/m <sup>3</sup> )	2013 (µg/m <sup>3</sup> )	% Variación
El Picarral	32,04	16,71	-47,85
Las Fuentes	37,26	22,73	-38,98
Renovales	30,01	16,29	-45,73
Roger de Flor	40,28	17,65	-56,19
Jaime Ferran	38,27	17,13	-55,24
Centro	nd	nd	Nd
Media	<b>35,57</b>	<b>18,10</b>	<b>49,11</b>

Tabla 24. Evolución de las partículas de PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>) causados por la movilidad. . Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Ortego-Bielsa, A et al., 2015.



En el año 2015 se realizó el estudio Z2020xMUS (Zaragoza 2020 por la Movilidad Urbana Sostenible) por el CIRCE (Centro de Investigaciones de Recursos y Consumos Energéticos, Universidad de Zaragoza) en colaboración con la Agencia de Medioambiente y Sostenibilidad del Ayuntamiento de Zaragoza del impacto de la implantación de la línea 1 sobre la movilidad y sostenibilidad de la ciudad. El estudio analiza el efecto del tranvía en el consumo de energía y la calidad del aire.

El estudio de la influencia en las emisiones contaminantes se realizó con las lecturas de seis estaciones de medición de contaminantes repartidas por la ciudad. Casi todas las estaciones registraban la variación de las partículas de CO, NO<sub>2</sub> y PM<sub>10</sub> entre 2009 y 2013.

En las tablas 23, 24 y 25 pueden verse los resultados del estudio, por estación y año para cada partícula. De ellas puede afirmarse que las emisiones de las tres partículas estudiadas se han reducido en toda la ciudad. Con una disminución del 17,73% el CO, del 8,83% el NO<sub>2</sub> y del 49,11% del PM<sub>10</sub>.

Destaca especialmente la bajada de partículas contaminantes PM<sub>10</sub> con más de un 38% de reducción en todas las estaciones. Estas son especialmente importantes para la salud ya que aumentan el riesgo de desarrollar cardiopatías y neuropatías, así como cáncer de pulmón [19]. En Zaragoza se ha logrado reducir los valores de PM<sub>10</sub> por debajo de los 50 µg/m<sup>3</sup> establecidos. Estos datos han puesto a la capital aragonesa en el punto de mira como modelo a seguir.

## 8.2. Comparativa energética autobús – tranvía

Para un mejor análisis del ahorro energético que ha supuesto la implantación de la línea 1 del tranvía en este apartado se comparará el consumo energético y las emisiones contaminantes del tranvía y el otro medio de transporte colectivo de Zaragoza, el autobús.

Ya se ha demostrado que el tranvía es más eficiente y rentable económicamente, con la comparativa energética se podrá ver finalmente cual de los dos medios de transporte supone la alternativa más sostenible.

Pese a que ambos medios de transporte tienen un consumo energético similar, siendo 5,90 kWh/km para el autobús y 3,39 kWh/km para el tranvía, cuando se asocia el consumo a la ocupación, puede apreciarse mejor la diferencia entre uno y otro. Lo mismo pasa con las emisiones de partículas. Para poder hacer una comparación ponderada en la tabla 26 se presentan los datos de consumo energético y de emisiones de partículas por pasajero y kilómetro para cada medio de transporte.

	Autobús	Tranvía
<b>Consumo energético (kWh/ usuario*km)</b>	1,19	0,18
<b>Emisiones CO(g/usuario*km)</b>	2,51	$8 \cdot 10^{-4}$
<b>Emisiones NO<sub>x</sub>(g/usuario*km)</b>	5,97	0,197
<b>Emisiones PM<sub>10</sub>(g/usuario*km)</b>	0,12	$4,6 \cdot 10^{-3}$

*Tabla 25. Comparativa de consumo de energía y emisiones por medio de transporte en 2014. Elaboración propia a partir de datos de Ortego-Bielsa, A et al., 2015.*

Teniendo en cuenta la ocupación, se obtiene un valor de consumo energético por usuario y kilómetro un 85% inferior en el tranvía. Respecto a las emisiones contaminantes se repiten los resultados obtenidos son muy superiores en el autobús.

Estos resultados deben interpretarse como una victoria del tren ligero en pro de la calidad del aire de Zaragoza, que resulta favorecido respecto al autobús.

1. Introducción y objetivos
2. Breve historia del tranvía
3. Situación ex-ante
4. El proyecto del tranvía
5. Impactos sociales
6. Impactos urbanísticos
7. movilidad
8. Impactos ambientales
- 9. Conclusiones**

## 9. Conclusiones

El objetivo de esta tesina es estudiar los impactos sociales y urbanísticos que ha tenido la línea 1 del tranvía en la ciudad de Zaragoza. Para medir el efecto en la ciudad se ha dividido el análisis en impactos sociales, impactos urbanísticos, impactos sobre la movilidad e impactos ambientales.

El primer paso ha sido realizar un estudio de la situación de la ciudad previa a la llegada del tranvía tomando 2008 como año de referencia. De cada uno de los subimpactos se han podido identificar los problemas con los que contaba la ciudad.

- La población presentaba grandes diferencias según la ubicación del distrito. Los distritos del núcleo de la ciudad presentan una densidad muy superior y una edad media mayor a los distritos exteriores.
- El urbanismo de la ciudad priorizaba al vehículo rodado. El peatón y la bicicleta quedaban excluidos a un segundo plano.
- El vehículo privado era la primera opción para desplazamientos motorizados. La bicicleta presenta una cuota modal muy baja.
- La red de autobuses tenía una velocidad comercial baja debido al conflicto con el transporte privado. Esto también reducía su fiabilidad y regularidad.
- Las vías de la ciudad estaban colapsadas por el tráfico rodado, impidiendo un uso sostenible y eficaz de las calles.
- Todos los anteriores factores agravaban la situación medioambiental de Zaragoza. Los niveles de contaminación rozaban los límites aceptables en la ciudad.

La principal causa de estos problemas eran debidos a la política de priorización del transporte rodado, especialmente del vehículo privado, que se arrastraba desde los años 70, fecha en que desapareció el tranvía de la ciudad.

Con el plan de movilidad sostenible de 2006 el Ayuntamiento de Zaragoza decidió tomar cartas en el asunto. La vuelta del tren ligero es una de las medidas que adopta el Ayuntamiento y tiene como objetivo solucionar estos problemas y reducir las consecuencias de estas políticas.

La línea 1 del tranvía se inaugura completa en el año 2013. Supone una oportunidad de mejora para la ciudad. Con su trazado norte-sur modifica Zaragoza dejando cambios visibles a su paso.

Sobre los impactos sociales se puede concluir:

- Los distritos más céntricos y consolidados pierden población mientras que los barrios exteriores y más jóvenes ganan habitantes entre 2008 y 2016.
- De la misma forma, los barrios del núcleo de Zaragoza presentan una tendencia de reducción de la densidad de población y un aumento de la edad media entre 2008 y 2016. Los barrios más alejados del centro aumentan su densidad de población, pero también sube la edad media. El único distrito de Zaragoza en que baja la edad media es Casablanca.
- Se puede afirmar que el tranvía ha cambiado la distribución de la población en Zaragoza. Ha permitido la migración del sobre poblado centro a los barrios exteriores por donde circula.

Sobre los impactos urbanísticos se puede concluir:

- Se han peatonalizado calles y se ha aumentado el tamaño de aceras allí donde ha sido posible. También se ha ganado permeabilidad en los principales paseos y nodos viarios de la ciudad tanto visualmente como físicamente.
- Se ha reducido el espacio destinado para vehículos en casi todo el recorrido del tren ligero, con el objetivo de reducir su presencia en las calles, especialmente en el centro.
- Se ha construido carril bici a lo largo de casi todo el trazado del tranvía, facilitando el uso de la bicicleta en la ciudad.
- Se puede afirmar así que el tranvía ha promovido la prioridad del peatón y la bicicleta y se han tomado medidas para disminuir el tráfico rodado en la ciudad.
- El tranvía ha actuado como integrador social y urbanístico favoreciendo la igualdad entre barrios, reduciendo las diferencias entre ellos.

Sobre los impactos sobre la movilidad se puede concluir:

- Todas las vías, excepto en aquellas pertenecientes a los barrios de los extremos de línea, han visto su capacidad reducida.
- La IMD se ha reducido un 52% en las vías del trazado del tranvía, un 21% las vías perpendiculares, y un 14% en las vías paralelas, especialmente en aquellas pertenecientes a la zona centro, entre 2007 y 2014.
- El ratio intensidad/capacidad se ha reducido un 20% probando que se ha reducido el tráfico rodado en la ciudad entre 2007 y 2014.
- Esto demuestra que la implantación del tranvía y el resto de medidas que la han seguido han conseguido disuadir a los conductores, consiguiendo calles menos colapsadas.

- Los autobuses se benefician de la prioridad semafórica del tranvía, lo cual ha conseguido mejorar la calidad del servicio de la red de buses en la ciudad, aumentando su velocidad comercial, fiabilidad y regularidad.
- Se ha optimizado la red de autobuses que siguen el trazado del tranvía, reduciendo un 45% el número de kilómetros que recorrían entre 2009 y 2014.
- El número de pasajeros en las líneas afectadas por el tranvía se ha reducido un 70% entre 2009 y 2014.
- Se ha reducido el IPK de estas líneas un 45% entre 2009 y 2014.
- El IPK del tranvía es 4,5 veces superior al de la red de autobuses.
- Se demuestra así que el tranvía es un medio de transporte más rentable que el autobús.
- Los carriles bici construidos a lo largo del trazado del tranvía han conseguido aumentar el uso de la bicicleta, pese a la normativa de 2015 que prohibió su circulación por aceras.

Sobre los impactos ambientales se puede concluir:

- Se han reducido la emisión de partículas de CO un 18%, las partículas de NO<sub>2</sub> un 9% y las partículas de PM<sub>10</sub> un 49% en la ciudad entre 2009 y 2014.
- El tranvía tiene un consumo energético kWh/usuario\*km un 85% inferior al autobús y unos niveles de emisiones de partículas de un 99,97% inferior en el caso de CO, de un 97% inferior en el caso de NO<sub>2</sub> y de un 96% inferior en el caso de PM<sub>10</sub>.

Se puede concluir de los problemas que presentaba la ciudad antes de la llegada del tranvía, todos se han solucionado o están a camino de solucionarse. Aunque el tranvía no ha sido el único agente involucrado en estas mejoras (ya que el Plan de Movilidad Sostenible consideraba otras acciones como la EXPO o la creación del servicio BIZI) ha sido un factor determinante en la sostenibilidad de la zona de influencia de su trazado. De la misma forma, el impacto del tranvía no puede analizarse a nivel global, pues queda delimitado por la flanja por el eje norte-sur de su recorrido.

Debe entenderse que la construcción de la línea 1 en Zaragoza no era meramente un proyecto de transporte, integraba un plan de movilidad y visión urbana. Es así como se ha cosechado este gran éxito. El tranvía se ha convertido en el eje de la movilidad, del nuevo urbanismo y de la transformación social de la ciudad. No es simplemente un medio de transporte más.



Desde el Ayuntamiento de Zaragoza se sigue trabajando por mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos. En diciembre de 2016 empezó la redacción del nuevo Plan de Movilidad Sostenible. Entre las medidas que recogerá se incluirá la construcción de la línea 2 y 3 del tranvía.

La línea 2 tendrá un recorrido este-oeste, uniendo los barrios de Delicias, Las Fuentes, zona centro y San José elegido por votación popular. De la línea 3 tan solo se conoce que su trazado será noreste-sur enlazando La Jota con Torrero pasando por el centro. Se prevé que los nuevos tramos sigan el ejemplo del existente y sirvan de ejes vertebradores de la movilidad, urbanismo y sociedad de la ciudad.

Cabe destacar que nada de esto hubiera sido posible sin ciudadanos comprometidos con la sostenibilidad de su ciudad. Ciudadanos que abrazan las políticas y practican conductas que ayudan a mejorar las ciudades. Todos aquellos que utilizan los medios de transporte de forma racional e inteligente.

# Referencias y bibliografía

## Referencias

- [1] Dirección de Organización Municipal, Eficiencia Administrativa y Relaciones con los Ciudadanos (2016). *Cifras de Zaragoza 2016-1. Datos demográficos del Padrón municipal. Datos provisionales al 1-1-2016*. Ayuntamiento de Zaragoza, Zaragoza.
- [2] Transportation Research Board of the National Academies of Science in the United States (1989). *Urban Public Transportation Glossary*. American Public Transportation Association, Washington, D.C.
- [3] Transportation Research Board of the National Academies of Science in the United States (2010). *This is Light Rail Transit*. American Public Transportation Association, Washington, D.C.
- [4] Carta de Aalborg (1994). *Carta de las ciudades europeas hacia la sostenibilidad*. Apartado 1.9 Pautas de movilidad urbana sostenible. Conferencia Europea Sobre Ciudades Sostenibles, Aalborg.
- [5] Servicio de Movilidad Urbana (2013). *Aforos de tráfico en 2009*. Ayuntamiento de Zaragoza.
- [6] Unidad Ambiental del Ayuntamiento de Zaragoza (2009). *Emisiones contaminantes registradas por las estaciones de medición*. Ayuntamiento de Zaragoza.
- [7] OTIZA (2006). *Plan intermodal de transportes. Plan de movilidad sostenible de Zaragoza*. Ayuntamiento de Zaragoza, Zaragoza.
- [8] Ayuntamiento de Zaragoza (2009). *Estrategia para la mitigación del Cambio Climático y mejora de Calidad del Aire*. Ayuntamiento de Zaragoza, Zaragoza.
- [9] Lhomet, E. & González, A. (Marzo, 2017). *Lió i Bordeus: el tramvia com aposta per organitzar la mobilitat metropolitana de les grans ciutats de França*. Panel llevado a cabo en la conferencia Tramvia-Ciutat. UPC, Barcelona.
- [10] Unidad de Estadística y Gestión Padronal (2008). *ZGZ Cifras Nº10*. Área de Régimen Interior, Zaragoza.
- [11] Ortego-Bielsa, A., Zalabaza-Bribián, I., Barrio-Moreno, F. & CIRCE (2015). *Zaragoza 2020 por la Movilidad Urbana Sostenible (Z2020XMUS)*. Ayuntamiento de Zaragoza, Zaragoza.

- [12] Moreno A.M., Ortego A. & Arcos J. (Marzo, 2017). *Saragossa: el tramvia com a peça clau per a la recuperació de la qualitat medioambiental i urbana*. Panel llevado a cabo en la conferencia Tramvia-Ciutat. UPC, Barcelona.
- [13] IDOM (2010). *Plan Director de la Bicicleta*. Ayuntamiento de Zaragoza, Zaragoza .
- [14] Transportation Research Board of the National Academies of Science in the United States (2010). *Highway Capacity Manual*. Transportation Research Board of the National Academies of Science in the United States, Washington, D.C.
- [15] Lopez, D. (2013). *El tranvía contribuye a reducir un 60% el tráfico en el centro de Zaragoza*. El Periódico de Aragón.
- [16] TRANSyT (2014). *Informe OMM-2012*. Observatorio de la Movilidad Metropolitana, Zaragoza.
- [17] Gomar, C. (2017). *El número de usuarios de Bizi Zaragoza comienza a estabilizarse*. El Periódico de Aragón.
- [18] OMS (2016). *Calidad del aire (exterior) y salud*. Centro de prensa, OMS.

## Otra bibliografía consultada

- Deloitte (2012). *Primer borrador técnico de la Red de Autobús Urbano 2013: Definición modelo jurídico financiero del transporte urbano por autobús en la ciudad de Zaragoza*. Ayuntamiento de Zaragoza, Zaragoza
- Ecologistas en acción (2007). *Los medios de transporte en la ciudad. Un análisis comparativo*. Ministerio de Medio Ambiente
- GEOT (2012). *Accesibilidad de la población y principales Equipamientos atendidos por la Línea 1 y Línea 2 del tranvía de Zaragoza*. Universidad de Zaragoza, Zaragoza
- Guías 20 minutos (2014). *Zaragoza ejemplo de movilidad sostenible*. Grupo 20 minutos S.L.
- IDOM & TYPESA (2017). *Estudio preliminar línea 2*. Ayuntamiento de Zaragoza, Zaragoza
- Larroy, C. (2014). *El tráfico privado en el eje del tranvía cae hasta un 70% en algunos tramos*. El Herald de Aragón
- Libro Verde (2007). *Hacia una nueva cultura de la movilidad urbana*. Comisión de las Comunidades Europeas.

Ruiz-Palomeque, L.G. & Rubio-Del Val, J. (2006). *Nuevas propuestas de rehabilitación urbana en Zaragoza. Estudio de conjuntos Urbanos de Interés*. Ayuntamiento de Zaragoza, Zaragoza

Salmerón-Fernandez, J.C. (2017). *Tramvies 2017. La mobilitat urbana del segle XXI*. Terminus Centre d'Estudis del Transport.

Servicios Municipales (2007). *Plan general de ordenación urbana de Zaragoza*. Ayuntamiento de Zaragoza, Zaragoza

Tranvías de Zaragoza (2011). *Tranvía de Zaragoza. Dossier de prensa*. Ayuntamiento de Zaragoza, Zaragoza.

U.T.E. Iberurban (2006). *Estudio de Viabilidad de Alternativas de una Línea de Tranvía – Metro Ligero, Norte – Sur, en Zaragoza*. Gobierno de Aragón y Ayuntamiento de Zaragoza

Velasco, L.L. (2014). *Los autobuses de Zaragoza superan los diez años de edad media*. Heraldo de Aragón, Zaragoza

## Páginas web

[www.zaragoza.es](http://www.zaragoza.es)

[www.tranviasdezaragoza.es](http://www.tranviasdezaragoza.es)

[www.bvg.de](http://www.bvg.de)

[www.bordeaux-metropole.fr](http://www.bordeaux-metropole.fr)

# Índice de figuras

<i>Figura 1. Tranvías en Zaragoza tirados por tracción animal. Fuente: Tranvías de Zaragoza.....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 2. Mapa de la red de tranvías de Burdeos. Fuente: Tranvías de Burdeos .....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 3. Rivera del río en Burdeos, antes y después del tranvía. Fuente: Lhomet, E., 2017.....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 4. Tranvía de Burdeos en su paso por el centro de la ciudad. Fuente: Tranvías de Burdeos .....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 5. Mapa de la red de tranvías de Berlín. Fuente: Tranvías de Berlín .....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 6. Tranvía de Berlín. Fuente: Tranvías de Berlín. ....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 7. Situación del distrito de Casco Histórico en rojo en Zaragoza. Fuente: Ayuntamiento de Zaragoza.....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 8. Situación del distrito de Centro en rojo en Zaragoza. Fuente: Ayuntamiento de Zaragoza .....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 9. Situación del distrito Universidad en rojo en Zaragoza. Fuente: Ayuntamiento de Zaragoza.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 10. Situación del distrito de ACTUR-Rey Fernando en rojo en Zaragoza. Fuente: Ayuntamiento de Zaragoza.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 11. Situación del distrito de Casablanca en rojo en Zaragoza. Fuente: Ayuntamiento de Zaragoza .....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 12. (Arriba) Avenida de la Academia, futuro inicio de línea en el año 2009; (abajo) vías de acceso a Parque Goya en el año 2009. Fuente: Google Earth.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 13. Avenida César Augusto en el año 2007. Fuente: Google Earth .....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 14. (Izquierda) El Coso, (derecha) plaza España en el año 2007. Fuente: Google Earth .....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 15. (Abajo) Paseo de la Independencia en el año 2007. Fuente: Google Earth .....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 16. Plaza Paraíso en el año 2009. Fuente: Google Earth.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 17. (Arriba) Paseo Fernando el Católico y Gran Vía; (medio) plaza San Francisco, (abajo) Valdespartera, las tres en el año 2007. Fuente: Google Earth .....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 18. Demanda modal de la ciudad de Zaragoza en el año 2006. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de OTIZA, 2006.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 19. Demanda modal por macrozonas de la ciudad de Zaragoza en el año 2006. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de OTIZA, 2006 .....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 20. Detalles del tranvía de Zaragoza: (arriba-izquierda) marcador del tiempo de espera; (arriba-derecha) interior de un coche; (abajo) patín inferior que permite cargar al coche. Fuente: Elaboración Propia. ....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 21. Detalle plantas serum en el tejado de las marquesinas. Fuente: Elaboración Propia.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 22. Tranvía cruzando la plaza Paraíso. Fuente: Elaboración Propia.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 23. Usuarios anuales de la línea 1 del tranvía de Zaragoza. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Tranvías de Zaragoza.....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 24. Usuarios mensuales de la línea 1 del tranvía de Zaragoza. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Tranvías de Zaragoza.....</i>	<i>40</i>



<i>Figura 25. Comparativa de usuarios previstos y registrados de la línea 1 del tranvía de Zaragoza. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Tranvías de Zaragoza.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 26. Número de usuarios por parada en sentido Norte-Sur de la línea 1 del tranvía de Zaragoza. Fuente: Ortego-Bielsa, A et al., 2015.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 27. Número de usuarios por parada en sentido Sur-Norte de la línea 1 del tranvía de Zaragoza. Fuente: Ortego-Bielsa, A et al., 2015.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 28. Plano del recorrido del tranvía. Fuente: Moreno, A.M., 2017.....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 29. Avenida de la Academia (arriba) en el año 2007;(abajo) en el año 2016. Fuente: Google Earth. ....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 30. Calles Gertrudis Gómez de Avellaneda y María Zambrano (arriba) en el año 2009; (abajo) en el año 2016. Fuente: Google Earth.....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 31. Puente de Santiago (arriba) en el año 2007; (abajo) en el año 2016. Fuente: Google Earth. ....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 32. Parada Plaza del Pilar en la calle César Augusto con las murallas de fondo en 2017. Fuente: Elaboración propia. ....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 33. Calle César Augusto (arriba) en el año 2007; (abajo) en el año 2016. Fuente: Google Earth. ..</i>	<i>52</i>
<i>Figura 34. Calle Coso (arriba) en el año 2007; (abajo) en el año 2016. Fuente: Google Earth.....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 35. Calle Coso en el año 2017. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 36. Plaza España (arriba) en el año 2007; (abajo) en el año 2016. Fuente: Google Earth. ....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 37. Paseo de la Independencia (arriba) en el año 2007; (abajo) en el año 2016. Fuente: Google Earth. ....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 38. Paseo de la Independencia en el año 2017. Fuente: Elaboración propia. ....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 39. Plaza Paraíso (arriba) en el año 2007; (abajo) en el año 2016. Fuente: Google Earth.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 40. Plaza Paraíso en el año 2017. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 41. Paseo de la Gran Vía al paseo de Fernando el Católico (arriba) en el año 2007; (abajo) en el año 2016. Fuente: Google Earth.....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 42. Paseo Fernando el Católico en el año 2017. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 43. Plaza San Francisco (arriba) en el año 2007; (abajo) en el año 2016. Fuente: Google Earth. ....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 44. Plaza San Francisco en el año 2017. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 45. Paseo Isabel la Católica (arriba) en el año 2007; (abajo) en el año 2016. Fuente: Google Earth. ....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 46. Parada de Casablanca en Vía Iberia en el año 2017 Fuente: Elaboración propia. ....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 47. Calle Cantando Bajo la Lluvia con un Americano en París (arriba) en el año 2007; (abajo) en el año 2016. Fuente: Google Earth.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 48. Solares al lado de la parada Mago de Oz en Valdespartera en el año 2017. Fuente: Elaboración propia. ....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 49. Pavimentación de las paradas (arriba-izquierda) Avenida de la Academia; (arriba-derecha) Mago de Oz; (abajo) César Augusto. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 50. Marquesina de la parada César Augusto. Fuente: Elaboración propia. ....</i>	<i>65</i>

<i>Figura 51. Detalle mobiliario (derecha) calle Los Olvidados; (izquierda) paseo Gran Vía. Fuente: Elaboración propia.</i>	66
<i>Figura 52. Red de carriles bici de la ciudad de Zaragoza (arriba) en rosa red existente, en naranja planeado en 2009; (abajo) existente en 2017. Fuente: Servicio de Movilidad Urbana, Ayuntamiento de Zaragoza.</i>	67

# Índice de tablas

Tabla 1. Características y datos de la red de tranvías de Burdeos. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Tranvías de Burdeos.....	14
Tabla 2. Número de usuarios por año de la red de tranvías de Burdeos. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Tranvías de Burdeos.....	14
Tabla 3. Mapa de la red de tranvías de Berlín. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Tranvías de Berlín.....	18
Tabla 4. Población, densidad de población y edad media por juntas municipales en 2008 en Zaragoza. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Ayuntamiento de Zaragoza.....	24
Tabla 5. Demanda modal por macrozonas de la ciudad de Zaragoza en el año 2006. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de OTIZA, 2006.....	31
Tabla 6. Demanda modal por macrozonas de la ciudad de Zaragoza en el año 2006. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de OTIZA, 2006.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 7. Características y datos de la línea 1 del tranvía de Zaragoza. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Tranvías de Zaragoza.....	38
Tabla 8. Porcentaje de población que tiene acceso a paradas línea 1 del tranvía de Zaragoza en función de la distancia de la. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Tranvías de Zaragoza ..	41
Tabla 9. Población por juntas municipales en 2008 y 2016 en Zaragoza. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Ayuntamiento de Zaragoza.....	44
Tabla 10. Densidad de población y edad media por juntas municipales en 2008 y 2016 en Zaragoza. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Ayuntamiento de Zaragoza.....	46
Tabla 11. Longitud de los carriles bici en Zaragoza por años. Fuente: Servicio de Movilidad Urbana, Ayuntamiento de Zaragoza. ....	67
Tabla 12. Capacidades viarias sentido norte – sur. Fuente: Elaboración propia.....	70
Tabla 13. Capacidades viarias sentido sur - norte. Fuente: Elaboración propia.....	70
Tabla 14. IMD en vías que siguen el trazado del tranvía norte – sur. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Ortego-Bielsa, A et al., 2015 .....	72
Tabla 15. IMD en vías que siguen el trazado del tranvía sur - norte. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Ortego-Bielsa, A et al., 2015 .....	72
Tabla 16. IMD en vías que perpendiculares al trazado del tranvía. Fuente: Elaboración propia. Datos: Ortego-Bielsa, A et al., 2015.....	73
Tabla 17. IMD en vías paralelas al trazado del tranvía sur - norte. Fuente: Elaboración propia. Datos: Ortego-Bielsa, A et al., 2015.....	74
Tabla 18. Comparación del ratio intensidad/capacidad en las calles afectadas por el trazado del tranvía. Fuente: Elaboración propia.....	76

<i>Tabla 19. Comparativa de kilómetros recorridos por las líneas afectadas por la implantación del tranvía.</i>	
<i>Fuente: Elaboración propia partir de datos del Servicio de movilidad urbana, Ayuntamiento de Zaragoza.</i>	78
<i>Tabla 20. Comparativa de usuarios en las líneas afectadas por la implantación del tranvía. Fuente:</i>	
<i>Elaboración propia partir de datos del Servicio de movilidad urbana, Ayuntamiento de Zaragoza.</i>	79
<i>Tabla 21. Comparativa de IPK en las líneas afectadas por la implantación del tranvía. Fuente:</i>	
<i>Elaboración propia partir de datos del Servicio de movilidad urbana, Ayuntamiento de Zaragoza.</i>	79
<i>Tabla 22. Comparativa de kilómetros, usuarios y IPK entre autobús y tranvía en el año 2014. Fuente:</i>	
<i>Elaboración propia partir de datos del Servicio de movilidad urbana, Ayuntamiento de Zaragoza.</i>	80
<i>Tabla 23. Evolución de las partículas de CO (mg/m<sup>3</sup>) causados por la movilidad. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Ortego-Bielsa, A et al., 2015.</i>	83
<i>Tabla 24. Evolución de las partículas de NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) causados por la movilidad. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Ortego-Bielsa, A et al., 2015.</i>	83
<i>Tabla 25. Evolución de las partículas de PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>) causados por la movilidad. . Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Ortego-Bielsa, A et al., 2015.</i>	83
<i>Tabla 26. Comparativa de consumo de energía y emisiones por medio de transporte en 2014.</i>	
<i>Elaboración propia a partir de datos de Ortego-Bielsa, A et al., 2015.</i>	85